REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍAS CIVIL Y DEL AMBIENTE

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

"ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DE AREQUIPA, UTILIZANDO FIBRAS NATURALES Y SINTÉTICAS, APLICADO PARA EL CONTROL DE FISURAS POR RETRACCIÓN PLÁSTICA"

Tesis presentada por los bachilleres:

Sergio Renato Herrera Lazarte

Melvin Eusebio Polo Roca

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO CIVIL

Asesor:

Ing. Enrique A. Ugarte Calderón

AREQUIPA – PERÚ

2017

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad Católica de Santa María, presentamos nuestra Tesis de Investigación que por título lleva:

"ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DE AREQUIPA, UTILIZANDO FIBRAS NATURALES Y SINTÉTICAS, APLICADO PARA EL CONTROL DE FISURAS POR RETRACCIÓN PLÁSTICA"

Tema de investigación que fue realizado en el Laboratorio de Suelos y Concreto de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Católica de Santa María.

Bach. Sergio Renato Herrera Lazarte

Bach. Melvin Eusebio Polo Roca

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

ACTO QUE DEDICO A

Dios

Por brindarme salud, sabiduría, fortaleza, y fe en cada momento de mi vida.

Mis padres

Por todo el cariño, amor recibido en cada momento. Por cada enseñanza impartida. Por brindarme la mejor educación. Todos mis logros son resultado de sus esfuerzos día a día.

Mi familia

Por ser un apoyo fundamental en mi vida.

Sergio Renato Herrera Lazarte

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios y a la Virgen de Chapí por ayudarme en los momentos más difíciles, por la sabiduría, y fe brindada en cada pasaje de mi vida.

A mis padres Edgar Dionicio Herrera Peralta y María Elena Lazarte Delgado, gracias por todo el apoyo brindado. Apoyándome en cada una de mis metas, y por buscar en cada instante lo mejor para mí. Todos mis logros son para ustedes.

A mi familia, gracias por el apoyo, cariño y afecto brindado en cada instante.

A mi amigo compañero de Tesis, Melvin Polo Roca, por la disciplina, sabiduría, temple y ganas durante todo este proyecto embarcado.

A la Universidad Católica de Santa María, ingenieros docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, que fueron moldeando poco a poco mi formación académica.

A mis amigos hermanos, por los gratos momentos vividos. Son muchas anécdotas que enriquecen el alma.

A todas aquellas personas que fueron parte de mi vida personal y académica, cada decisión tomada, me permitió llegar hasta aquí.

Muchas gracias

Sergio Renato Herrera Lazarte

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

ACTO QUE DEDICO

A Dios

Por la vida y por este momento tan importante en mi formación profesional.

A mis padres

Eusebio y Leonor, que han sabido formarme con buenos sentimientos, hábitos y valores.
Que Dios los bendiga.

A mis hermanos

Gina, Holguer y Danitza, que siempre han estado junto a mí, brindándome su apoyo incondicional y ese abrazo cálido cuando más lo necesite.
Que Dios los bendiga.

Melvin Eusebio Polo Roca

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, a Dios, por haberme guiado y fortalecido en los momentos difíciles de esta ardua pero satisfaciente profesión.

A mis padres y hermanos, por ser fuente eterna de amor y apoyo, son los pilares de mi vida.

A Mayra Castañeda, por ser una persona especial en mi vida, por el amor, la confianza y comprensión hacia mí.

A mi familia y amigos en general, por compartir conmigo buenos y malos momentos.

A mi amigo y compañero de tesis Sergio Herrera, por el apoyo, conocimiento y dedicación para realizar esta tesis.

A mi Alma Mater la Universidad Católica de Santa María, y a mis Maestros de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, por haberme forjado profesionalmente, a todos y a cada uno de ustedes un gran respeto y total admiración.

Así mismo, también quiero agradecer al equipo del Laboratorio de Suelos y Concreto de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, por la orientación y el apoyo técnico durante la realización de esta tesis.

Melvin Eusebio Polo Roca

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

INDICE GENERAL

RESUMEN ... 1
ABSTRACT ... 2
Capítulo 1 – GENERALIDADES ... 3
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA: ... 3
1.1.1. Formulación del Problema: ... 3
1.1.2. Desarrollo de la Problemática: ... 3
1.2. ANTECEDENTES: ... 4
1.3. OBJETIVOS: ... 5
1.3.1. Objetivo General: ... 5
1.3.2. Objetivos Específicos: ... 5
1.4. HIPÓTESIS: ... 5
1.5. VARIABLES: ... 6
Capítulo 2 – MARCO TEÓRICO ... 8
2.1. CONCRETO FIBROREFORZADO: ... 8
2.1.1. Definición: ... 8
2.1.2. Fibras para refuerzo del Concreto: ... 9
2.1.2.1. Tipos de Fibras: ... 10
2.1.2.2. Características de las Fibras para refuerzo del concreto: ... 11
2.1.2.3. Longitud Crítica de las Fibras: ... 13
2.2. PROPIEDADES DEL CONCRETO FRESCO: ... 14
2.2.1. Asentamiento del Concreto (Slump): ... 14
2.2.2. Exudación del Concreto: ... 16
2.2.3. Peso Unitario de Producción (Rendimiento): ... 18
2.2.4. Temperatura de Mezclas de Concreto: ... 21
2.3. PROPIEDADES DEL CONCRETO ENDURECIDO: ... 22
2.3.1. Finalidad y Alcance: ... 22
2.3.2. Resistencia a la Compresión: ... 24
2.3.3. Resistencia a la Tracción Indirecta: ... 27
2.3.4. Resistencia a la Flexión (Método de la Viga Simple cargada en el punto central): 29
2.3.5. Resistencia al Impacto: ... 31
2.4. FISURAMIENTO POR RETRACCIÓN PLÁSTICA: ... 34
2.4.1. Fisuras en el Concreto: ... 34
2.4.2. Clasificación de las Fisuras: ... 35
2.4.3. Retracción Plástica en el Concreto: ... 36
Capítulo 3 – MATERIALES PARA EL CONCRETO FIBROREFORZADO ... 39
3.1. AGREGADO GRUESO: ... 39
3.1.1. Definición: ... 39
3.1.2. Características del Agregado: ... 39
3.1.3. Ensayo de Análisis Granulométrico: ... 40
3.1.4. Ensayo de Contenido de Humedad: ... 45
3.1.5. Ensayo de Peso Específico y Absorción: ... 47
3.1.6. Ensayo de Peso Unitario Suelto y Compactado: ... 50
3.1.7. Ensayo de Abrasión Los Ángeles: ... 52
3.2. AGREGADO FINO: ... 55

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

3.2.1. Definición: 55
3.2.2. Características del Agregado: 56
3.2.3. Ensayo de Análisis Granulométrico: 56
3.2.4. Ensayo de Contenido de Humedad: 61
3.2.5. Ensayo de Peso Específico y Absorción: 62
3.2.6. Ensayo de Peso Unitario Suelto y Compactado: 66
3.2.7. Ensayo de Impurezas Orgánicas: 68
3.3. CEMENTO: 69
3.3.1. Descripción: 69
3.3.2. Propiedades: 70
3.3.3. Almacenamiento: 71
3.3.4. Norma Técnica: 71
3.3.5. Duración: 72
3.4. AGUA: 72
3.5. FIBRA SINTÉTICA: 73
3.5.1. Definición: 73
3.5.2. Usos: 74
3.5.3. Chema Fibra Ultrafina: 74
3.6. FIBRA DE MAGUEY: 76
3.6.1. Definición: 76
3.6.2. Usos: 77
3.6.3. Recolección y obtención de la Fibra de Maguey: 77
3.6.4. Longitud de la Fibra de Maguey: 80
3.6.5. Tratamiento de la Fibra de Maguey adicionada: 82
3.7. FIBRA DE CAÑA DE AZÚCAR: 84
3.7.1. Definición: 84
3.7.2. Usos: 84
3.7.3. Recolección y obtención de la Fibra de Caña de Azúcar: 85
3.7.4. Longitud de la Fibra de Caña de Azúcar: 88
3.7.5. Tratamiento de la Fibra de Caña de Azúcar adicionada: 91
3.8. ADITIVO PLASTIFICANTE: 92
3.8.1. Definición: 92
3.8.2. ChemaPlast: 93
Capítulo 4 – DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO 95
4.1. INTRODUCCIÓN: 95
4.2. MÉTODOS DE DISEÑOS DE MEZCLAS: 95
4.3. METODOLOGÍA DE DISEÑO DE MEZCLA POR EL MÉTODO DE WALKER: 98
4.4. OPTIMIZACIÓN DEL DISEÑO 109
4.5. HOJA DE CÁLCULO – DISEÑO DE MEZCLA DEL CONCRETO PATRÓN: 111
4.6. HOJA DE CÁLCULO – DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO CON FIBRA SINTÉTICA: 113
4.7. HOJA DE CÁLCULO – DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO CON FIBRA NATURAL DE MAGUEY: 113
4.7.1. Diseño con Fibra de Maguey al 0.10%: 114
4.7.2. Diseño con Fibra de Maguey al 0.50%: 116
4.7.3. Diseño con Fibra de Maguey al 1.00%: 118
4.8. HOJA DE CÁLCULO – DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO CON FIBRA NATURAL DE CAÑA DE AZÚCAR: 120
4.8.1. Diseño con Fibra de Caña de Azúcar al 0.10%: 121
4.8.2. Diseño con Fibra de Caña de Azúcar al 0.50%: 123

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

4.8.3. Diseño con Fibra de Caña de Azúcar al 1.00%: 125
4.9. PROPORCIONES DE DISEÑO EN LABORATORIO: 127
4.10. CONSIDERACIONES PARA LA PREPARACIÓN, COLOCACIÓN Y CURADO DEL CONCRETO: 130
4.10.1. Verificación de equipos de mezclado, transporte y vibrado: 130
4.10.2. Carguío y mezclado del concreto: 131
4.10.3. Colocación y Curado del concreto: 133
Capítulo 5 – RESULTADOS Y ANÁLISIS DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO 136
5.1. ASENTAMIENTO DEL CONCRETO (SLUMP): 136
5.2. EXUDACIÓN DEL CONCRETO: 137
5.3. PESO UNITARIO DEL CONCRETO: 139
5.4. TEMPERATURA DE LA MEZCLA DE CONCRETO: 141
5.5. FISURAMIENTO DEL CONCRETO POR RETRACCIÓN PLÁSTICA: 141
Capítulo 6 – RESULTADOS Y ANÁLISIS DEL CONCRETO EN ESTADO ENDURECIDO 144
6.1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN: 144
6.1.1. CONCRETO CON FIBRA SINTÉTICA DE POLIPROPILENO: 144
6.1.2. CONCRETO CON FIBRA NATURAL DE MAGUEY: 146
6.1.2.1. Fibra de Maguey cuando L_{fibra} = 5.5 cm (0.1% - 0.5% - 1.0%): 146
6.1.2.2. Fibra de Maguey cuando L_{fibra} = 10.0 cm (0.1% - 0.5% - 1.0%): 148
6.1.2.3. Fibra de Maguey cuando L_{fibra} = 5.5 cm (0.1% - 0.5% - 1.0%) con Aditivo Plastificante: 150
6.1.3. CONCRETO CON FIBRA NATURAL DE CAÑA DE AZÚCAR: 152
6.1.3.1. Fibra de Caña de Azúcar con Tamiz N°4 (0.1% - 0.5% - 1.0%): 152
6.1.3.2. Fibra de Caña de Azúcar con Tamiz N°8 (0.1% - 0.5% - 1.0%): 154
6.2. RESISTENCIA A LA TRACCIÓN INDIRECTA: 156
6.2.1. CONCRETO CON FIBRA FIBRA SINTÉTICA DE POLIPROPILENO: 156
6.2.2. CONCRETO CON FIBRA NATURAL DE MAGUEY: 158
6.2.2.1. Fibra de Maguey cuando L_{fibra} = 5.5 cm (0.1% - 0.5% - 1.0%): 158
6.2.2.2. Fibra de Maguey cuando L_{fibra} = 10.0 cm (0.1% - 0.5% - 1.0%): 160
6.2.2.3. Fibra de Maguey cuando L_{fibra} = 5.5 cm (0.1% - 0.5% - 1.0%) con Aditivo Plastificante: 162
6.2.3. CONCRETO CON FIBRA NATURAL DE CAÑA DE AZÚCAR: 164
6.2.3.1. Fibra de Caña de Azúcar con Tamiz N°4 (0.1% - 0.5% - 1.0%): 164
6.2.3.2. Fibra de Caña de Azúcar con Tamiz N°8 (0.1% - 0.5% - 1.0%): 166
6.3. RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE VIGAS: 168
6.3.1. CONCRETO CON FIBRA SINTÉTICA DE POLIPROPILENO: 168
6.3.2. CONCRETO CON FIBRA NATURAL DE MAGUEY: 170
6.3.2.1. Fibra de Maguey cuando L_{fibra} = 5.5 cm (0.1% - 0.5% - 1.0%): 170
6.3.2.2. Fibra de Maguey cuando L_{fibra} = 10.0 cm (0.1% - 0.5% - 1.0%): 172
6.3.2.3. Fibra de Maguey cuando L_{fibra} = 5.5 cm (0.1% - 0.5% - 1.0%) con Aditivo Plastificante: 174
6.3.3. CONCRETO CON FIBRA NATURAL DE CAÑA DE AZÚCAR: 176
6.3.3.1. Fibra de Caña de Azúcar con Tamiz N°4 (0.1% - 0.5% - 1.0%): 176
6.3.3.2. Fibra de Caña de Azúcar con Tamiz N°8 (0.1% - 0.5% - 1.0%): 178
6.4. DESGASTE AL IMPACTO: 180
6.4.1. CONCRETO CON FIBRA SINTÉTICA DE POLIPROPILENO: 180
6.4.2. CONCRETO CON FIBRA NATURAL DE MAGUEY: 180
6.4.3. CONCRETO CON FIBRA NATURAL DE CAÑA DE AZÚCAR: 182
6.5. EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO POR CONTENIDO DE FIBRA: 182

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Capítulo 7 – ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DEL COSTO 187
7.1. FACTORES INFLUYENTES EN EL COSTO DE PRODUCCIÓN DEL CONCRETO:187
7.2. ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS DE LA FIBRA DE MAGUEY: 188
7.3. ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS DE LA FIBRA DE CAÑA DE AZÚCAR: 192
7.4. ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS (A.P.U.) POR M³ DE CONCRETO: 198
7.5. EVALUACIÓN DEL COSTO UNITARIO POR M³ DE CONCRETO: 207
CONCLUSIONES 210
RECOMENDACIONES 215
BIBLIOGRAFÍA 216
ANEXO 01 – PLANO DE UBICACIÓN (ZONA DE EXTRACCIÓN DEL MAGUEY) 219
ANEXO 02 – ENSAYO FLEXIÓN DE FIBRA NATURAL DE MAGUEY 220
ANEXO 03 – ENSAYO TRACCIÓN DE FIBRA NATURAL DE MAGUEY 223
ANEXO 04 – PLANO DE UBICACIÓN (ZONA DE EXTRACCIÓN DE LA CAÑA DE AZÚCAR) 227
ANEXO 05 – ENSAYO FLEXIÓN DE FIBRA NATURAL DE CAÑA DE AZÚCAR 228
ANEXO 06 – ENSAYO TRACCIÓN DE FIBRA NATURAL DE CAÑA DE AZÚCAR 232
ANEXO 07 – HOJA TÉCNICA CHEMA FIBRA ULTRAFINA 236
ANEXO 08 – HOJA TÉCNICA CHEMAPLAST 238
ANEXO 09 – FICHA TÉCNICA CEMENTO PORTLAND PUZOLÁNICO YURA IP 241
ANEXO 10 – RESULTADOS DE ENSAYO A COMPRESIÓN (PRE-ENSAYOS) 245
ANEXO 11 – RESULTADOS DE ENSAYOS A COMPRESIÓN 247
ANEXO 12 – RESULTADOS DE ENSAYOS A TRACCIÓN INDIRECTA 255
ANEXO 13 – RESULTADOS DE ENSAYOS A LA FLEXIÓN DE VIGAS 263
ANEXO 14 – RESULTADOS DE ENSAYOS DE DESGASTE AL IMPACTO 269
ANEXO 15 – FORMATO PARA LA INSPECCIÓN VISUAL DEL FISURAMIENTO EN EL CONCRETO SIMPLE 270
ANEXO 16 – HORARIO DE ACTIVIDADES EN LABORATORIO 272
ANEXO 17 – CRONOGRAMA DE LABORATORIO – ENSAYOS DEL CONCRETO ENDURECIDO 273
ANEXO 18 – CONSTANCIA DE LABORATORIO 274

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

LISTA DE CUADROS

CUADRO 1.1 Variables e Indicadores de la Investigación. 7
CUADRO 2.1 Tipos de fibras para refuerzo del concreto. 10
CUADRO 2.2 Norma MTC E705 "Asentamiento del concreto (slump)" 14
CUADRO 2.3 Norma MTC E713 "Exudación del concreto" 16
CUADRO 2.4 Norma MTC E714 "Peso unitario de producción del concreto" 18
CUADRO 2.5 Norma MTC E724 "Temperatura de mezclas de concreto" 21
CUADRO 2.6 Norma MTC E704 "Ensayo de resistencia a la compresión de testigos cilíndricos" 24
CUADRO 2.7 Norma MTC E708 "Ensayo de tracción indirecta de cilindros estándares de concreto" 27
CUADRO 2.8 Norma MTC E711 "Ensayo de resistencia a la flexión del concreto, método de la viga simple cargada en el punto central" 29
CUADRO 2.9 Tipos de fisuras en el concreto. 36
CUADRO 2.10 Tipos de fisuras por retracción plástica. 38
CUADRO 3.1 Agregado grueso empleado en la investigación. 39
CUADRO 3.2 Norma MTC E204 "Análisis granulométrico del Agregado Grueso". 40
CUADRO 3.3 Norma MTC E215 "Ensayo para contenido de humedad total de los agregados por secado" 45
CUADRO 3.4 Norma MTC E206 "Peso específico y Absorción de Agregados Gruesos". 47
CUADRO 3.5 Norma MTC E203 "Peso Unitario y Vacíos de los Agregados". 50
CUADRO 3.6 Norma MTC E207 "Abrasión Los Ángeles al desgaste de los agregados de tamaños menores de 37.5 mm (1 1/2") 53
CUADRO 3.7 Agregado fino empleado en la investigación. 56
CUADRO 3.8 Norma MTC E204 "Análisis granulométrico del Agregado Fino". 56
CUADRO 3.9 Norma MTC E215 "Ensayo para contenido de humedad total de los agregados por secado" 61
CUADRO 3.10 Norma MTC E205 "Gravedad específica y Absorción de Agregados Finos" . 62
CUADRO 3.11 Norma MTC E203 "Peso Unitario y Vacíos de los Agregados". 66
CUADRO 3.12 Norma MTC E213 "Ensayo para determinar cualitativamente las impurezas orgánicas en el agregado fino para concreto". 68
CUADRO 3.13 Contenido de Impurezas del Agregado Fino. 69
CUADRO 3.14 Cemento empleado en la investigación 69
CUADRO 3.15 Propiedades del Cemento Portland Yura IP. 70
CUADRO 3.16 Normas Técnicas que cumple el Cemento Yura IP 72
CUADRO 3.17 Límites permisibles de la NTP 339.088 73
CUADRO 3.18 Resultados del análisis de agua para el concreto. 73
CUADRO 3.19 Ensayo a flexión de la fibra de Maguey, realizado en el laboratorio del centro de producción de bienes y servicios de ensayos de materiales de la EPIMMEM-UCSM. 80
CUADRO 3.20 Ensayo a tracción de la fibra de Maguey, realizado en el laboratorio del centro de producción de bienes y servicios de ensayos de materiales de la EPIMMEM-UCSM. 81

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

CUADRO 3.21 Ensayo a flexión de la fibra de caña de azúcar, realizado en el laboratorio del centro de producción de bienes y servicios de ensayos de materiales de la EPIMMEM-UCSM. 89
CUADRO 3.22 Ensayo a tracción de la fibra de caña de azúcar, realizado en el laboratorio del centro de producción de bienes y servicios de ensayos de materiales de la EPIMMEM-UCSM. 89
CUADRO 4.1 Metodología de diseño de mezcla por el Método de Walker. 98
CUADRO 4.2 Diagrama de flujo para diseño de mezcla por el Método de Walker. 99
CUADRO 4.3 Proporciones de diseño en laboratorio. 129
CUADRO 7.1 Factores influyentes en el costo unitario del concreto. 187

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 2.1 Perfiles de tensión según longitud crítica de la fibra. 14
FIGURA 2.2 Ensayo del asentamiento del concreto. 16
FIGURA 2.3 Ensayo de la exudación del concreto. 18
FIGURA 2.4 Ensayo del peso unitario del concreto. 21
FIGURA 2.5 Temperatura de la mezcla de concreto 22
FIGURA 2.6 Ensayos de resistencia promedio en laboratorio. 23
FIGURA 2.7 Equipo de ensayo y muestra de concreto para ensayo a compresión. 26
FIGURA 2.8 Muestras de concreto sometidas a ensayo a compresión. 26
FIGURA 2.9 Equipo de ensayo y muestra de concreto para ensayo a tracción indirecta. 28
FIGURA 2.10 Muestra de concreto sometidas a ensayo a tracción indirecta. 29
FIGURA 2.11 Esquema de ensayo a la flexión del concreto, método de la viga simple cargada en el punto central. 30
FIGURA 2.12 Equipo de ensayo y muestra de concreto para ensayo a la flexión de viga. 31
FIGURA 2.13 Muestras de concreto sometidas a ensayo a la flexión de viga. 31
FIGURA 2.14 Esquema de torre de caída para ensayo de impacto, modelo Dynatup 8250. 32
FIGURA 2.15 Esquema del dispositivo para prueba de impacto. 33
FIGURA 2.16 Muestras de concreto sometidas al ensayo de impacto. 34
FIGURA 2.17 Tipos de fisuras en el concreto. 37
FIGURA 2.18 Medición de Fisuras causadas por retracción plástica en el concreto. 38
FIGURA 3.1 Granulometría del agregado grueso. 41
FIGURA 3.2 Contenido de humedad del agregado grueso 46
FIGURA 3.3 Peso específico y absorción del agregado grueso 49
FIGURA 3.4 Peso unitario suelto y compactado del agregado grueso. 52
FIGURA 3.5 Abrasión a Los Ángeles del agregado grueso. 55
FIGURA 3.6 Granulometría del agregado fino. 57
FIGURA 3.7 Contenido de humedad del agregado fino. 62
FIGURA 3.8 Obtención de muestra superficialmente seca del agregado fino. 64
FIGURA 3.9 Peso específico y absorción del agregado fino. 65
FIGURA 3.10 Peso unitario suelto y compactado del agregado fino. 67
FIGURA 3.11 Fibra de polipropileno Chema Fibra Ultra Fina. 75
FIGURA 3.12 Maguey empleado en la investigación. 77
FIGURA 3.13 Materiales empleados para la extracción de la fibra natural de Maguey. 78
FIGURA 3.14 Extracción de la fibra natural de Maguey. 79
FIGURA 3.15 Secado y selección de la fibra natural de Maguey. 80
FIGURA 3.16 Fibra natural de Maguey (L1=5.5cm - L2=10.0 cm). 82
FIGURA 3.17 Tratamiento en parafina de la fibra natural de Maguey. 84
FIGURA 3.18 Caña de Azúcar empleada en la investigación. 85
FIGURA 3.19 Recolección y extracción del bagazo de Caña de Azúcar. 87
FIGURA 3.20 Secado en horno y molienda del bagazo de Caña de Azúcar. 87
FIGURA 3.21 Tamizado manual y selección de la fibra natural de Caña de Azúcar. 88
FIGURA 3.22 Material tamizado de la Caña de Azúcar (N°4-N°8-N°20-Fondo). 88
FIGURA 3.23 Fibra natural de Caña de Azúcar (Tamiz N°4 - Tamiz N°8). 90

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

FIGURA 3.24 Tratamiento en $Ca(OH)_2$ de la fibra natural de Caña de Azúcar. 92
FIGURA 3.25 Aditivo plastificante Chema Plast empleado en la investigación. 93
FIGURA 4.1 Vaceado de pre-ensayos del diseño de mezclas..... 109
FIGURA 4.2 Matriz de concreto con fibra sintética de Polipropileno. 127
FIGURA 4.3 Matriz de concreto con fibra natural de Maguey. 127
FIGURA 4.4 Matriz de concreto con fibra natural de Caña de Azúcar. 128
FIGURA 4.5 Equipos para mezclado, transporte y vibrado del concreto. 130
FIGURA 4.6 Dosificación para carguío y mezclado del concreto..... 133
FIGURA 4.7 Colocación y acabado de las muestras de concreto en moldes..... 134
FIGURA 4.8 Poza de curado húmedo para las muestras de concreto. 135
FIGURA 5.1 Simulación de exposición del concreto fresco. 142

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

LISTA DE TABLAS

TABLA 2.1 Características mecánicas de las fibras metálicas y sintéticas. 12
TABLA 2.2 Propiedades típicas de fibras naturales. 12
TABLA 2.3 Propiedades mecánicas de varios tipos de fibras naturales 13
TABLA 2.4 Capacidad mínima de los medidores 20
TABLA 2.5 Tolerancia de edad de ensayo de los especímenes. 25
TABLA 2.6 Gradación de las muestras de ensayo, para agregados gruesos de tamaños mayores de 19 mm (3/4"). 34
TABLA 3.1 Cantidad mínima de muestra del agregado grueso 41
TABLA 3.2 Granulometría del agregado grueso "Muestra 01". 42
TABLA 3.3 Granulometría del agregado grueso "Muestra 02". 43
TABLA 3.4 Granulometría del agregado grueso "Muestra 03". 44
TABLA 3.5 Tamaño de la muestra de agregado. 46
TABLA 3.6 Contenido de humedad (%) del agregado grueso. 47
TABLA 3.7 Peso mínimo de la muestra de ensayo. 48
TABLA 3.8 Peso específico y absorción del agregado grueso. 50
TABLA 3.9 Capacidad de recipientes de medida. 51
TABLA 3.10 Peso unitario suelto y compactado del agregado grueso. 52
TABLA 3.11 Carga abrasiva para el ensayo de abrasión a los ángeles. 54
TABLA 3.12 Gradación de las muestras de ensayo para abrasión a Los Ángeles. 54
TABLA 3.13 Abrasión a los ángeles del agregado grueso. 55
TABLA 3.14 Granulometría del agregado fino "Muestra 01". 58
TABLA 3.15 Granulometría del agregado fino "Muestra 02". 59
TABLA 3.16 Granulometría del agregado fino "Muestra 03". 60
TABLA 3.17 Contenido de humedad (%) del agregado fino. 62
TABLA 3.18 Peso específico y absorción del agregado fino. 65
TABLA 3.19 Peso unitario suelto y compactado del agregado fino. 67
TABLA 3.20 Características técnicas del Cemento Portland IP. 70
TABLA 3.21 Tamizado del Bagazo de Caña de Azúcar. 88
TABLA 4.1 Resistencia a la compresión promedio. 100
TABLA 4.2 Tipos de Asentamientos en función del tipo de construcción. 101
TABLA 4.3 Asentamiento, según la consistencia del concreto. 101
TABLA 4.4 Volumen unitario de agua. 102
TABLA 4.5 Contenido de Aire atrapado. 103
TABLA 4.6 Contenido de aire incorporado y total. 103
TABLA 4.7 Relación agua-cemento, por resistencia. 104
TABLA 4.8 Relación agua-cemento, según condiciones especiales de exposición. 105
TABLA 4.9 Porcentaje de Agregado fino. 106
TABLA 4.10 Resultados de los pre-ensayos para selección del diseño de mezclas 110
TABLA 4.11 Dosificación por tanda en laboratorio. 127
TABLA 4.12 Especificaciones del equipo para vibrado del concreto fresco. 131
TABLA 4.13 Valores típicos de tiempos de mezclado. 133
TABLA 4.14 Número de capas requeridas en la elaboración de muestras. 134

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

TABLA 5.1 Resultados del ensayo de asentamiento para diferentes tipos de concreto. ... 136
TABLA 5.2 Volumen de agua exudada para diferentes tipos de concreto. 138
TABLA 5.3 Resultados del ensayo de exudación para diferentes tipos de concreto. 139
TABLA 5.4 Resultados del ensayo de peso unitario de producción para diferentes tipos de concreto. 140
TABLA 5.5 Resultados del ensayo de temperatura de la mezcla para diferentes tipos de concreto. 141
TABLA 7.1 A.P.U. Recolección de las pencas (hojas) de Maguey..... 190
TABLA 7.2 A.P.U. Flete terrestre de las pencas (hojas) de Maguey. 190
TABLA 7.3 A.P.U. Obtención de la fibra natural de Maguey. 190
TABLA 7.4 A.P.U. Corte y selección de la fibra natural de Maguey (L=5.5cm)..... 191
TABLA 7.5 A.P.U. Corte y selección de la fibra natural de Maguey (L=10.0cm). 191
TABLA 7.6 A.P.U. Tratamiento de la fibra natural de Maguey..... 191
TABLA 7.7 Precio unitario de fibra natural de Maguey L=5.5cm..... 192
TABLA 7.8 Precio unitario de fibra natural de Maguey L=10.0 cm. 192
TABLA 7.9 A.P.U. Recolección del bagazo de Caña de Azúcar. 195
TABLA 7.10 A.P.U. Flete terrestre del bagazo de Caña de Azúcar..... 196
TABLA 7.11 A.P.U. Secado del bagazo de Caña de Azúcar (horno artesanal). 196
TABLA 7.12 A.P.U. Molienda del bagazo de Caña de Azúcar. 196
TABLA 7.13 A.P.U. Tamizado manual N°4 de fibra natural de Caña de Azúcar. 196
TABLA 7.14 A.P.U. Tamizado manual N°8 de fibra natural de Caña de Azúcar. 197
TABLA 7.15 A.P.U. Tratamiento de la fibra natural de Caña de Azúcar..... 197
TABLA 7.16 Precio unitario de fibra natural de Caña de Azúcar N°4..... 198
TABLA 7.17 Precio unitario de fibra natural de Caña de Azúcar N°8..... 198
TABLA 7.18 Aporte unitario de materiales por m^3 de concreto. 199
TABLA 7.19 A.P.U. Losa maciza Walker f'c=210 kgf/cm^2, sin fibra. 199
TABLA 7.20 A.P.U. Losa maciza Walker f'c=210 kgf/cm^2, con fibra de Polipropileno. 199
TABLA 7.21 A.P.U. Losa maciza Walker f'c=210 kgf/cm^2, con fibra de Maguey L=5.5cm - 0.10% Vol. 200
TABLA 7.22 A.P.U. Losa maciza Walker f'c=210 kgf/cm^2, con fibra de Maguey L=5.5cm - 0.50% Vol. 200
TABLA 7.23 A.P.U. Losa maciza Walker f'c=210 kgf/cm^2, con fibra de Maguey L=5.5cm - 1.00% Vol. 201
TABLA 7.24 A.P.U. Losa maciza Walker f'c=210 kgf/cm^2, con fibra de Maguey L=10.0 cm - 0.10% Vol. 201
TABLA 7.25 A.P.U. Losa maciza Walker f'c=210 kgf/cm^2, con fibra de Maguey L=10.0 cm - 0.50% Vol. 202
TABLA 7.26 A.P.U. Losa maciza Walker f'c=210 kgf/cm^2, con fibra de Maguey L=10.0 cm - 1.00% Vol. 202
TABLA 7.27 A.P.U. Losa maciza Walker f'c=210 kgf/cm^2, con fibra de Maguey L=5.5cm con plastificante - 0.10% Vol. 203
TABLA 7.28 A.P.U. Losa maciza Walker f'c=210 kgf/cm^2, con fibra de Maguey L=5.5cm con plastificante - 0.50% Vol. 203
TABLA 7.29 A.P.U. Losa maciza Walker f'c=210 kgf/cm^2, con fibra de Maguey L=5.5cm con plastificante - 1.00% Vol. 204

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

TABLA 7.30 A.P.U. Losa maciza Walker f'c=210 kgf/cm², con fibra de Caña de Azúcar N°4 - 0.10% Vol. 204
TABLA 7.31 A.P.U. Losa maciza Walker f'c=210 kgf/cm², con fibra de Caña de Azúcar N°4 - 0.50% Vol. 205
TABLA 7.32 A.P.U. Losa maciza Walker f'c=210 kgf/cm², con fibra de Caña de Azúcar N°4 - 1.00% Vol. 205
TABLA 7.33 A.P.U. Losa maciza Walker f'c=210 kgf/cm², con fibra de Caña de Azúcar N°8 - 0.10% Vol. 206
TABLA 7.34 A.P.U. Losa maciza Walker f'c=210 kgf/cm², con fibra de Caña de Azúcar N°8 - 0.50% Vol. 206
TABLA 7.35 A.P.U. Losa maciza Walker f'c=210 kgf/cm², con fibra de Caña de Azúcar N°8 - 1.00% Vol. 207
TABLA 7.36 Variación del costo unitario por M³ de concreto fibroreforzado, Walker f'c=210 kgf/cm²..... 208

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 3.1 Granulometría del agregado grueso "Muestra 01"..... 42
GRÁFICO 3.2 Granulometría del agregado grueso "Muestra 02"..... 43
GRÁFICO 3.3 Granulometría del agregado grueso "Muestra 03"..... 44
GRÁFICO 3.4 Granulometría del agregado fino "Muestra 01"..... 58
GRÁFICO 3.5 Granulometría del agregado fino "Muestra 02"..... 59
GRÁFICO 3.6 Granulometría del agregado fino "Muestra 03"..... 60
GRÁFICO 3.7 Porcentaje de absorción en fibras tratadas..... 83
GRÁFICO 3.8 Porcentaje de resistencia que mantienen las fibras después de 1 año de exposición al medio alcalino..... 83
GRÁFICO 4.1 Evolución de la resistencia en moldes de 6"x12" y 4"x8"..... 110
GRÁFICO 5.1 Asentamiento del concreto c/s fibra. 137
GRÁFICO 5.2 Peso Unitario del concreto fresco..... 139
GRÁFICO 5.3 Disminución del fisuramiento del concreto por retracción plástica, sometido a ventilación constante..... 142
GRÁFICO 5.4 Disminución del fisuramiento del concreto por retracción plástica, en condiciones normales..... 143
GRÁFICO 5.5 Disminución del fisuramiento del concreto por retracción plástica, sometido a calefactor constante..... 143
GRÁFICO 6.1 Resistencia a la compresión: Concreto Patrón vs. Fibra Sintética. 144
GRÁFICO 6.2 Evolución de la resistencia a la compresión: Concreto Patrón vs. Fibra Sintética. 145
GRÁFICO 6.3 Resistencia a la compresión: Concreto Patrón vs. Fibra de Maguey (L=5.5cm). 146
GRÁFICO 6.4 Evolución de la resistencia a la compresión: Concreto Patrón vs. Fibra de Maguey (L=5.5cm). 147
GRÁFICO 6.5 Resistencia a la compresión: Concreto Patrón vs. Fibra de Maguey (L=10.0cm). 148
GRÁFICO 6.6 Evolución de la resistencia a la compresión: Concreto Patrón vs. Fibra de Maguey (L=10.0 cm). 149
GRÁFICO 6.7 Resistencia a la compresión: Concreto Patrón vs. Fibra de Maguey (L=5.5cm) con plastificante. 150
GRÁFICO 6.8 Evolución de la resistencia a la compresión: Concreto Patrón vs. Fibra de Maguey (L=5.5cm) con plastificante. 151
GRÁFICO 6.9 Resistencia a la compresión: Concreto Patrón vs. Fibra de Caña de Azúcar (Tamiz N° 4). 152
GRÁFICO 6.10 Evolución de la resistencia a la compresión: Concreto Patrón vs. Fibra de Caña de Azúcar (Tamiz N° 4). 153
GRÁFICO 6.11 Resistencia a la compresión: Concreto Patrón vs. Fibra de Caña de Azúcar (Tamiz N° 8). 154
GRÁFICO 6.12 Evolución de la resistencia a la compresión: Concreto Patrón vs. Fibra de Caña de Azúcar (Tamiz N° 8). 155
GRÁFICO 6.13 Resistencia a la tracción indirecta: Concreto Patrón vs. Fibra Sintética. ... 156

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

GRÁFICO 6.14 Evolución de la resistencia a la tracción indirecta: Concreto Patrón vs. Fibra Sintética. 157
GRÁFICO 6.15 Resistencia a la tracción indirecta: Concreto Patrón vs. Fibra de Maguey (L=5.5cm). 158
GRÁFICO 6.16 Evolución de la resistencia a la tracción indirecta: Concreto Patrón vs. Fibra de Maguey (L=5.5cm). 159
GRÁFICO 6.17 Resistencia a la tracción indirecta: Concreto Patrón vs. Fibra de Maguey (L=10.0 cm). 160
GRÁFICO 6.18 Evolución de la resistencia a la tracción indirecta: Concreto Patrón vs. Fibra de Maguey (L=10.0cm) 161
GRÁFICO 6.19 Resistencia a la tracción indirecta: Concreto Patrón vs. Fibra de Maguey (L=5.5cm) con aditivo plastificante. 162
GRÁFICO 6.20 Evolución de la resistencia a la tracción indirecta: Concreto Patrón vs. Fibra de Maguey (L=5.5cm) con aditivo plastificante. 163
GRÁFICO 6.21 Resistencia a la tracción indirecta: Concreto Patrón vs. Fibra de Caña de Azúcar (Tamiz N°4). 164
GRÁFICO 6.22 Evolución de la resistencia a la tracción indirecta: Concreto Patrón vs. Fibra de Caña de Azúcar (Tamiz N°4). 165
GRÁFICO 6.23 Resistencia a la tracción indirecta: Concreto Patrón vs. Fibra de Caña de Azúcar (Tamiz N°8). 166
GRÁFICO 6.24 Evolución de la resistencia a la tracción indirecta: Concreto Patrón vs. Fibra de Caña de Azúcar (Tamiz N°8). 167
GRÁFICO 6.25 Resistencia a la flexión: Concreto Patrón vs. Fibra Sintética. 168
GRÁFICO 6.26 Evolución de la resistencia a la flexión: Concreto Patrón vs. Fibra Sintética. 169
GRÁFICO 6.27 Resistencia a la flexión: Concreto Patrón vs. Fibra de Maguey (L=5.5cm). 170
GRÁFICO 6.28 Evolución de la resistencia a la flexión: Concreto Patrón vs. Fibra de Maguey (L=5.5cm). 171
GRÁFICO 6.29 Resistencia a la flexión: Concreto Patrón vs. Fibra de Maguey (L=10.0cm). 172
GRÁFICO 6.30 Evolución de la resistencia a la flexión: Concreto Patrón vs. Fibra de Maguey (L=10.0cm). 173
GRÁFICO 6.31 Resistencia a la flexión: Concreto Patrón vs. Fibra de Maguey (L=5.5cm) con aditivo plastificante. 174
GRÁFICO 6.32 Evolución de la resistencia a la flexión: Concreto Patrón vs. Fibra de Maguey (L=5.5cm) con aditivo plastificante. 175
GRÁFICO 6.33 Resistencia a la flexión: Concreto Patrón vs. Fibra de Caña de Azúcar (Tamiz N°4). 176
GRÁFICO 6.34 Evolución de la resistencia a la flexión: Concreto Patrón vs. Fibra de Caña de Azúcar (Tamiz N°4). 177
GRÁFICO 6.35 Resistencia a la flexión: Concreto Patrón vs. Fibra de Caña de Azúcar (Tamiz N°8). 178
GRÁFICO 6.36 Evolución de la resistencia a la flexión: Concreto Patrón vs. Fibra de Caña de Azúcar (Tamiz N°8). 179
GRÁFICO 6.37 Desgaste al impacto: Concreto Patrón vs. Fibra Sintética. 180
GRÁFICO 6.38 Desgaste al impacto: Concreto Patrón vs. Fibra de Maguey, cuando L_1=5.5cm y L_2=10.0cm. 180

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

GRÁFICO 6.39 Desgaste al impacto: Concreto Patrón vs. Fibra de Maguey, cuando L_1=5.5cm y L_2=5.5cm con aditivo plastificante. 181
GRÁFICO 6.40 Desgaste al impacto: Concreto Patrón vs. Fibra de Caña de Azúcar (Tamiz N°4 y N°8)..... 182
GRÁFICO 6.41 Curva resistencia a la Compresión vs. Contenido de Fibra..... 183
GRÁFICO 6.42 Curva resistencia a la Tracción Indirecta vs. Contenido de Fibra. 184
GRÁFICO 6.43 Curva resistencia a la Flexión vs. Contenido de Fibra..... 185
GRÁFICO 6.44 Curva Desgaste al Impacto vs. Contenido de Fibra. 186
GRÁFICO 7.1 Variación del costo unitario del concreto con fibra de Polipropileno. 207
GRÁFICO 7.2 Variación del costo unitario del concreto con fibra natural de Maguey. 208
GRÁFICO 7.3 Variación del costo unitario del concreto con fibra natural de Caña de Azúcar. 208

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

LISTA DE ECUACIONES

(EC. 2.1) Longitud crítica de las fibras 13
(EC. 2.2) Exudación del concreto por unidad de área 17
(EC. 2.3) Exudación del concreto en porcentaje 17
(EC. 2.4) Volumen de agua en el molde de exudación 17
(EC. 2.5) Densidad (peso unitario) del concreto 20
(EC. 2.6) Rendimiento del concreto 20
(EC. 2.7) Rendimiento relativo del concreto 21
(EC. 2.8) Contenido de cemento en la mezcla 21
(EC. 2.9) Resistencia a la compresión del concreto endurecido 26
(EC. 2.10) Resistencia a la tracción indirecta del concreto endurecido 28
(EC. 2.11) Resistencia a la flexión del concreto endurecido 30
(EC. 2.12) Porcentaje de desgaste al impacto del concreto endurecido 33
(EC. 3.1) Contenido de humedad del agregado grueso 46
(EC. 3.2) Peso específico de masa del agregado grueso 49
(EC. 3.3) Peso específico saturado con superficie seca del agregado grueso 49
(EC. 3.4) Peso específico aparente del agregado grueso 49
(EC. 3.5) Porcentaje de absorción del agregado grueso 49
(EC. 3.6) Peso unitario suelto del agregado grueso 52
(EC. 3.7) Peso unitario compactado del agregado grueso 52
(EC. 3.8) Porcentaje de desgaste por abrasión del agregado grueso 54
(EC. 3.9) Contenido de humedad del agregado fino 61
(EC. 3.10) Peso específico de masa del agregado fino 64
(EC. 3.11) Peso específico saturado con superficie seca del agregado fino 64
(EC. 3.12) Peso específico aparente del agregado fino 64
(EC. 3.13) Porcentaje de absorción del agregado fino 64
(EC. 3.14) Peso unitario suelto del agregado fino 67
(EC. 3.15) Peso unitario compactado del agregado fino 67
(EC. 3.16) Longitud crítica de la fibra natural de maguey 81
(EC. 3.17) Longitud crítica de la fibra natural de caña de azúcar 90
(EC. 4.1) Ley de Füller 96
(EC. 4.2) Módulo de fineza de la combinación de los agregados 97

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

RESUMEN

El uso de fibras sintéticas o naturales como refuerzo en el concreto ha cobrado importancia desde hace varios periodos, donde se desarrollaron aplicaciones de fibras metálicas, sintéticas (nylon, polipropileno, poliéster y otras), de vidrio, naturales (yute, bambú, madera, coco, lechuguilla y otras); estas aplicaciones se basaron en la búsqueda de mejorar una matriz de concreto, que mejore la resistencia en los diferentes modos de carga a los que son expuestos (compresión, tracción, flexión, etc.), y también brinde una matriz menos frágil y más dúctil.

El presente estudio nace de la necesidad de apostar por el uso del concreto reforzado con fibras para la mejora de su comportamiento, principalmente en pavimentos y losas, donde la relación área/volumen es alta y se requiere de mecanismos de control de fisuras superficiales producidas por la retracción plástica, así como también evaluar su comportamiento frente a ensayos de resistencias a la compresión, tracción, flexión, impacto y/o desgaste del concreto.

Aunque en el país se viene aplicando el uso del reforzamiento del concreto con fibras sintéticas, metálicas y de vidrio, por la gran demanda existente; también se puede apostar por el uso de fibras naturales, considerando que por nuestra geografía poseemos gran variedad de materia prima para su extracción (yute, maguey, caña de azúcar, madera, ichu, etc.), aprovechando que son recursos renovables, menos costosos y que requieren menor energía.

El Arq. Juan Carlos Ochoa B. durante una conferencia sobre "Concreto reforzado con fibras naturales", explicó: *"He trabajado en algunas investigaciones simples sobre la relación entre productos naturales y concreto. La ventaja es la disminución de sustancias contaminantes necesarias para la fabricación, que requieren altos consumos energéticos. La posibilidad de utilizar materiales naturales mejora las propiedades del concreto a menores costos y con menores impactos ambientales"*.

Palabras Clave: concreto, fibra, sintética, natural.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

ABSTRACT

The use of synthetic or natural fibers as reinforcement in concrete has become important for several periods, where developed applications of metallic fibers, synthetic fibers (nylon, polypropylene, polyester and other), glass fibers, natural fibers (jute, bamboo, wood, coconut, lechuguilla and others); these applications were based on the search to improve a concrete matrix, to improve the resistance in the different modes of load to which they are exposed (compression, traction, flexion, etc.), and also to provide a less fragile and more ductile matrix.

The present study is based on the need to focus on the use of fiber - reinforced concrete to improve its behavior, mainly in pavements and slabs, where the area / volume ratio is high and requires the control mechanisms of surface cracks produced by the plastic retraction, as well as evaluate its behavior against tests of resistance to compression, traction, flexion, impact and / or wear of concrete.

Although the use of the reinforcement of the concrete with synthetic, metallic and glass fibers has been applied in the country due to the great demand that exists; we can also bet on the use of natural fibers, considering that in our geography we have a great variety of raw material for extraction (jute, maguey, sugar cane, wood, ichu, etc.), taking advantage of the fact that these are renewable resources, less expensive and require less energy.

Arch. Juan Carlos Ochoa B. during a lecture on "Concrete reinforced with natural fibers" explained: *"I have worked on some simple research on the relationship between natural and concrete products. The advantage is the reduction of contaminants necessary for the manufacture, which require high energy consumption. The possibility of using natural materials improves concrete properties at lower costs and with lower environmental impacts"*.

Key words: concrete, fiber, synthetic, natural.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

CAPÍTULO 1 – GENERALIDADES

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:

1.1.1. Formulación del Problema:

Una de las patologías más frecuentes que se presenta en el concreto es la fisuración por retracción plástica, estas son originadas por una rápida pérdida de agua en la superficie del concreto fresco inmediatamente después de su vaciado, estando aún éste en estado plástico, la rápida evaporación del agua en la superficie produce una variación volumétrica respecto al resto del concreto, lo cual genera tensiones a tracción en una etapa en la que aún el concreto no logra la resistencia requerida para resistir estos esfuerzos, y por lo tanto, la superficie tiende a fisurarse.

Las fisuras aparecen principalmente en superficies que presentan una gran relación área/volumen, estas fisuras son antiestéticas y pueden crear una incertidumbre en cuanto a la calidad del concreto y su durabilidad, y de no ser controlada pueden llegar a afectar la funcionalidad de la estructura, como en una losa de cisterna, lo cual conlleva a mayores costos cuando hay que repararlas.

1.1.2. Desarrollo de la Problemática:

Durante la retracción plástica, la condición crítica se produce cuando la tasa de evaporación de la humedad superficial excede la tasa en la cual el agua de exudación (sangrado) que sube es reemplazada.

Si la superficie se seca muy rápidamente, el concreto puede permanecer plástico y las fisuras no se desarrollan en ese momento, pero se formarán seguramente tan pronto como se endurezca un poco más, es por lo que la

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

incorporación de un refuerzo en la mezcla, como es la fibra natural y sintética, pueden ayudar a resistir la tensión cuando el concreto es muy frágil.

En este sentido, nace la necesidad de investigar en el campo de estos materiales sus propiedades y necesidades de resistencia según sus usos, y que puedan presentar una solución con viabilidad técnica y económica.

1.2. ANTECEDENTES:

Fue el Arq. Ing. Pier Lugi Nervi, a quien se le atribuye la primera gran obra donde se usan fibras de acero, cuando construye la cúpula del Palacio de los Deportes de Roma en 1946. Pero, no fue hasta la década de los 60 (Romualdi & Mandel, 1964), en que podemos decir que se dio inicio a la verdadera investigación científica del uso de las fibras cortas en mezclas de concreto.

Desde entonces, sucede una diversificación mundial del estudio de las fibras y su interacción con el concreto, siendo las fibras de acero, de vidrio y, más recientemente, las de polipropileno, las alternativas más viables para reforzar el concreto; sin embargo, algunas de estas fibras, como fueron las fibras de asbesto, fueron relacionadas con potenciales peligros para la salud, otras simplemente su producción conllevan a la degradación del medio ambiente, en gran parte por los materiales que se utilizan en esa industria.

En la búsqueda por conseguir materiales más sostenibles, en los últimos años se ha retomado el estudio de las fibras naturales como refuerzo del cemento para lograr mejorar su resistencia y rigidez (Sabanés Hernández , 2013). Estas fibras son de gran interés no solo por tratarse de un recurso renovable, sino porque gracias a su bajo costo representan una opción factible especialmente para los países en vías de desarrollo que disponen de ellas.

Guadalupe Sierra B. (2015), trabajó con fibras de madera para obtener un material dúctil, pero no de alta resistencia, con el fin de aplicarlo en viviendas

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

de interés social en zonas sísmicas, como lo explicó en su conferencia "Nuevas tendencias en Tecnologías del Concreto".

Quintero García & González Salcedo (2006), en su investigación "Uso de fibra de estopa de coco para mejorar las propiedades mecánicas del concreto", presentaron resultados obtenidos del concreto reforzado con fibra de estopa de coco, los cuales fueron probados a compresión axial, tracción indirecta y flexión, y en los cuales la incorporación de fibras disminuyó en todos los casos la deformación máxima.

1.3. OBJETIVOS:

1.3.1. Objetivo General:

Analizar las propiedades mecánicas de un concreto adicionando fibras naturales y sintéticas, aplicado para el control de fisuras por retracción plástica.

1.3.2. Objetivos Específicos:

- Determinar las propiedades físico-mecánicas de las fibras naturales.
- Determinar las propiedades físicas de los agregados y diseñar un concreto para resistencia f'c = 210 kgf/cm^2.
- Calcular el porcentaje óptimo de adición de fibras naturales.
- Distinguir los efectos que tiene la adición de fibras en el concreto en estado fresco y endurecido.
- Comparar los resultados de ensayos del concreto patrón, concreto reforzado con fibra sintética y concreto reforzado con fibra natural.
- Analizar el comportamiento, beneficios y/o deficiencias del uso de las fibras naturales y sintéticas en el concreto.

1.4. HIPÓTESIS:

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Dado que el concreto convencional es relativamente resistente en compresión, pero débil en tensión y tiende a ser frágil, es probable que la adición de fibra natural y sintética mejoren las propiedades físico-mecánicas del concreto, así mismo, poder controlar el fisuramiento por retracción plástica, y a la vez conocer y clasificar las fibras según los resultados obtenidos.

1.5. VARIABLES:

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

CUADRO 1.1 Variables e Indicadores de la Investigación.

VARIABLE	INDICADORES	UNIDADES DE ESTUDIO	TÉCNICA	INSTRUMENTO
Fibra Sintética	Chema Fibra Ultrafina	Diseño de Mezclas	- Resistencia a la Compresión - Resistencia a la Tracción - Resistencia a la Flexión - Desgaste al Impacto - Fisuramiento	Equipos de Laboratorio de Suelos y Concreto (UCSM)
Fibra Natural	Caña de Azúcar	Propiedades Mecánicas	- Flexión de Fibra Natural - Tracción de Fibra Natural	Equipos de Laboratorio de la Escuela Profesional de Ing. Mecánica, Ing. Mecánica Eléctrica y Mecatrónica (UCSM)
		Diseño de Mezclas	- Resistencia a la Compresión - Resistencia a la Tracción - Resistencia a la Flexión - Desgaste al Impacto - Fisuramiento	Equipos de Laboratorio de Suelos y Concreto (UCSM)
	Maguey	Propiedades Mecánicas	- Flexión de Fibra Natural - Tracción de Fibra Natural	Equipos de Laboratorio de la Escuela Profesional de Ing. Mecánica, Ing. Mecánica Eléctrica y Mecatrónica (UCSM)
		Diseño de Mezclas	- Resistencia a la Compresión - Resistencia a la Tracción - Resistencia a la Flexión - Desgaste al Impacto - Fisuramiento	Equipos de Laboratorio de Suelos y Concreto (UCSM)

Fuente: Elaboración propia.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

CAPÍTULO 2 – MARCO TEÓRICO

2.1. CONCRETO FIBROREFORZADO:

2.1.1. Definición:

De acuerdo con el ACI 544 define el concreto de fibra reforzada como:
"Aquel concreto hecho con cemento hidráulico, que contiene agregado fino o agregado fino y grueso, y además de fibras discontinuas. Estas fibras pueden ser de material natural (asbestos, henequén, celulosa) o son un producto obtenido como vidrio, acero, carbón y polímero (polipropileno)."

(American Concrete Institute - ACI 544.1R-96, 2002)

Para entender el comportamiento de un Concreto Fibroreforzado, es necesario conocer antes la del Concreto con Refuerzo Tradicional (el acero actúa en una o dos direcciones según el tipo de estructura), en este tipo de concreto los cálculos se hacen por separado, por un lado, el refuerzo (calculados para esfuerzos a cortante, tensión, flexión, etc.) y por otro lado el concreto (calculado para esfuerzos a compresión). El Concreto Fibroreforzado está diseñado para soportar esfuerzos a cortante, tensión, flexión y también compresión; es decir, se obtiene un material con cierta ductilidad y tenacidad para algo que anteriormente sólo era un material frágil.

Para un adecuado desempeño del Concreto Fibroreforzado, la condición necesaria para adquirir la ductilidad es que la mezcla de concreto debe tener una perfecta adherencia con las fibras añadidas, las mismas que al estar homogéneamente distribuidas dentro de la matriz, conformarán una micro-armadura, ésta brindará la capacidad de reducir los fenómenos de fisuración por retracción y al mismo tiempo confiere la ductilidad necesaria; y en la

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

medida en que se incremente la cantidad y resistencia de la fibra, también aportará tenacidad a la matriz.

Para calcular un elemento de concreto fibroreforzado, los parámetros resistentes no solo dependen de la fibra adicionada, sino también de la interacción entre esta y el propio concreto; con la misma cuantía y tipo de fibra se pueden obtener valores distintos debido a esta interacción. De esta manera, concretos con agregados redondeados y poca adherencia, poco compactos o de granulometrías discontinuas, lechadas pobres en cemento o con altas relaciones a/c, etc., pueden ofrecer valores menores, que concretos fabricados con estos parámetros más optimizados; donde la adherencia a la pasta y el comportamiento en general es mejor. Esta es la razón por la que para el cálculo y diseño de elementos de concreto fibroreforzado, con cierto grado de complejidad estructural, se recomiende siempre el desarrollo de ensayos previos, que permitan verificar y avalar las prestaciones mecánicas de diseño, del sistema compuesto por el concreto y las fibras.

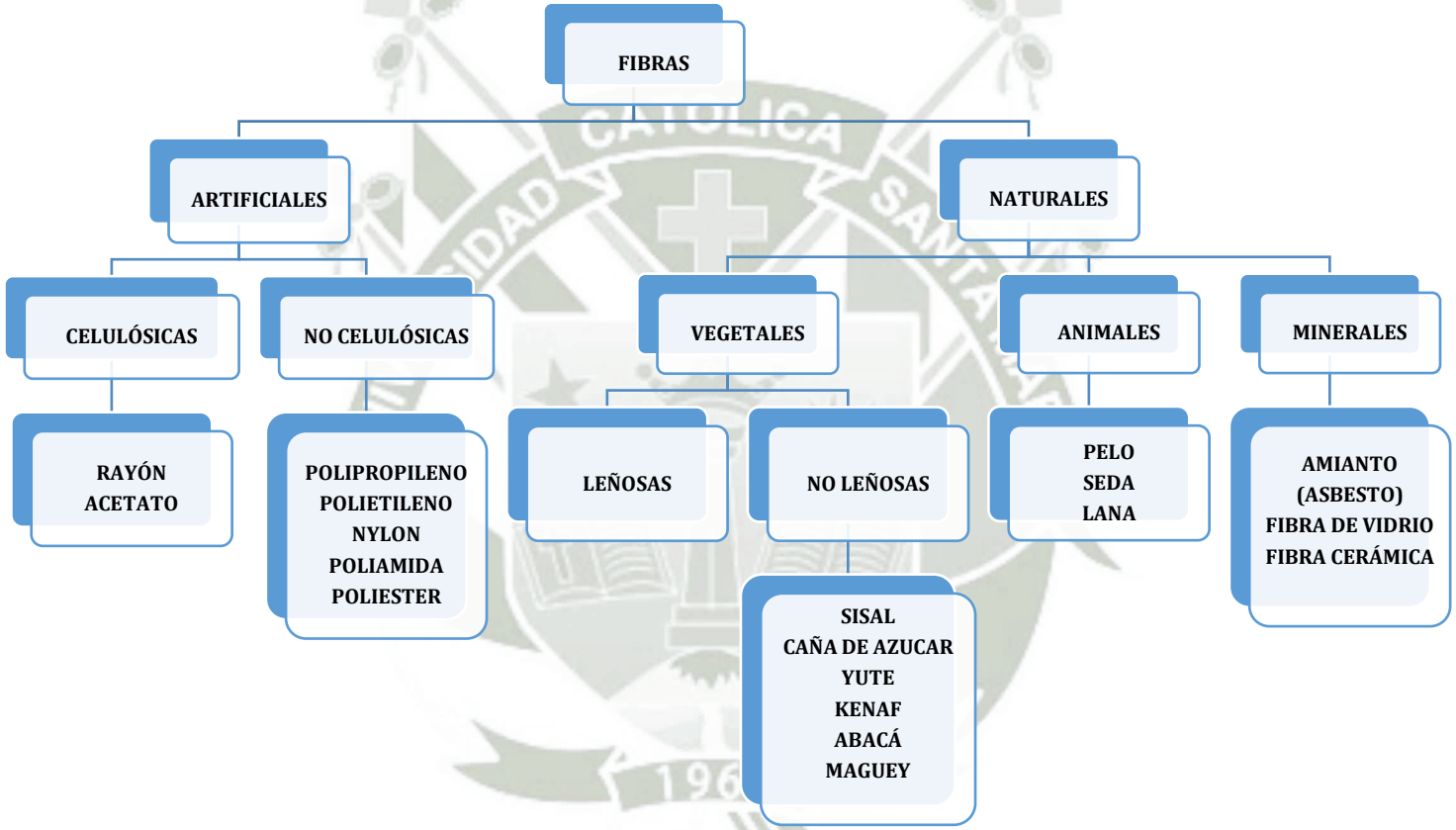
(Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto A.C., 08-2015, pág. 37)

2.1.2. Fibras para refuerzo del Concreto:

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

2.1.2.1. Tipos de Fibras:

CUADRO 2.1 Tipos de fibras para refuerzo del concreto.



Fuente: (Cobreros Rodriguez, pág. 5).

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

El Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto A.C. (08-2015) clasifica a las fibras en 02 tipos:

- **Macrofibra:** fibras metálicas, sintéticas, o naturales (coco, madera, caña de azúcar, yute, bambú, etc.), cuyos diámetros son entre 0.05 mm y 2.00 mm, con una relación de aspecto (largo/diámetro) de entre 20 y 100, y dosificación entre 0.2% a 0.8% del volumen del concreto. Su desarrollo marcado es la de evitar la fisuración del concreto en estado endurecido, reducir la abertura de la fisura y garantizar el adecuado desempeño del elemento fisurado.

- **Microfibra:** Las más frecuentes son las fibras de polipropileno, aunque también las hay de aramida, acrílicas, nylon, carbón; sus diámetros están entre 0.023 mm. y 0.050 mm., pudiendo ser monofilamentos o fibriladas, y cuya dosificación son entre 0.03% a 0.15% del volumen del concreto. Principalmente se usa para evitar la fisuración del concreto en estado fresco (ej. Retracción Plástica).

2.1.2.2. Características de las Fibras para refuerzo del concreto:

Los factores que influyen en las características de las fibras son:

- l_f = Longitud de la fibra (mm)
- d = Diámetro equivalente de la fibra (mm)
- λ = Esbeltez o relación de aspecto de la fibra (l_f/d)
- A_f = Área de la sección transversal de la fibra (mm^2)
- σ_f = Resistencia a la tracción de la fibra (N/mm^2)
- Forma y Textura de la superficie
- Forma de suministro

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

TABLA 2.1 Características mecánicas de las fibras metálicas y sintéticas.

Fibras	Diámetro (µm)	Densidad (10^3 kg/m^3)	Módulo Elástico (kN/mm^2)	Resistencia a Tracción (kN/mm^2)	Elongación a Ruptura (%)
Acero	5 – 500	7.84	200	0.5 – 2	0.5 – 3.5
Vidrio	9 – 15	2.60	70 – 80	2 – 4	2 – 3.5
Amianto	0.02 – 0.04	3.00	180	3.30	2 – 3
Polipropileno	20 – 200	0.90	5 – 7	0.5 – 0.75	8
Nylon	-	1.10	4	0.90	13 – 15
Polietileno	-	0.95	0.30	0.0007	10
Carbono	9	1.90	230	2.60	1
Kevlar	10	1.45	65 – 133	3.60	2.1 – 4
Acrílico	18	1.18	14 – 19.5	0.4 – 1	3

Fuente: (Maccaferri América Latina, 2011, pág. 14).

TABLA 2.2 Propiedades típicas de fibras naturales.

TIPO DE FIBRA	Coco	Sisal	Bagazo	Bambú	Yute	Lino	Pasto Elefante	Carrizo de Agua	Plátano	Musamba	Fibra de madera (celulosa kraf)
Longitud de fibra (in)	2-4	N/A	N/A	N/A	7 – 12	20	N/A	N/A	N/A	N/A	0.1 – 0.2
Diámetro de fibra (in)	0.004 – 0.016	N/A	0.008 – 0.016	0.002 – 0.016	0.004 – 0.008	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	0.001 – 0.003
Gravedad específica	1.12 – 1.15	N/A	1.2 – 1.3	1.5	1.02 – 1.04	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	1.5
Módulo de elasticidad (ksi)	2750 – 3770	1880 – 3770	2175 – 2750	4780 – 5800	3770 – 4640	14.500	710	750	200	130	N/A
Máx. resistencia a tracción (psi)	400 – 29.000	40.000 – 82400	26.650 – 42.000	50.750 – 72.500	36.250 – 50.750	145.000	25.800	10.000	13.300	12.000	101.500
Alargamiento a la rotura	10 – 25	3 – 5	N/A	N/A	1.5 – 1.9	1.8 – 2.2	3.6	1.2	5.9	9.7	N/A
Absorción de agua (%)	130 - 180	60 - 70	70 - 75	40 - 45	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	50 - 75

Fuente: (American Concrete Institute - ACI 544.1R-96, 2002).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

TABLA 2.3 Propiedades mecánicas de varios tipos de fibras naturales.

TIPO DE FIBRA	Diámetro promedio (in)	Diámetro longitud (in)	% de Absorción 24 horas después	Densidad promedio de la fibra	Fuerza de tracción promedio (psi)	Fuerza media de unión (psi)	% de alargamiento promedio
Bagazo	0.020	1.38	122.5	0.639	3570	36	N/A
Coco	0.027	11.02	58.5	0.580	8825	40	2.600
Yute	0.004	15.75	62.0	1.280	53500	20	N/A
Maguey	0.014	15.75	63.0	1.240	54400	N/A	N/A
Lechuguilla	0.014	15.75	102.0	1.360	54100	N/A	N/A
Plátano	0.011	3.70	276.0	0.298	10960	35	3.000
Guaney (palma)	0.017	17.44	129.9	1.195	50000	40	2.880
Bambú	Variable	variable	51.0	0.720	54680	45	1.800

Fuente: (American Concrete Institute - ACI 544.1R-96, 2002).

2.1.2.3. Longitud Crítica de las Fibras:

Para un correcto desempeño de la micro-armadura generada dentro de un compuesto fibroreforzado, depende mucho de la transmisión de cargas en la interfaz de la misma, mientras mayor sea la resistencia de adherencia fibra-matriz, mayor será la resistencia última de la fibra. Esta resistencia de adherencia se mejora dependiendo de la superficie de la fibra (ondulada, rugosa, ganchudos, etc.), y con el largo de la fibra añadida, la misma que de ser muy corta su reforzamiento a la matriz será insignificante, por ello debemos delimitar una longitud crítica (l_c) según las características de la fibra, aplicando la siguiente fórmula:

$$\mathbf{l_c = \frac{\sigma_f \times d}{\tau_c}}$$

(EC. 2.1)

$\mathbf{l_c}$ = Longitud crítica de la fibra (mm)

$\boldsymbol{\sigma_f}$ = Resistencia a la tracción (MPa)

$\mathbf{d}$ = diámetro (mm)

$\boldsymbol{\tau_c}$ = Resistencia al corte o cizallamiento (MPa)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

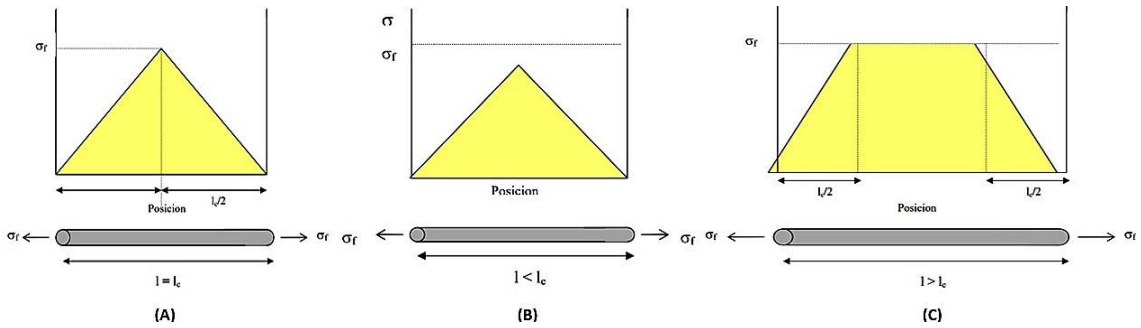


FIGURA 2.1 Perfiles de tensión según longitud crítica de la fibra.

Si $l = l_c$: la carga máxima se consigue en el centro de la fibra. Figura 2.1.A.
Si $l < l_c$: el reforzamiento es insignificante (la matriz se deforma alrededor de la fibra, casi no existe transferencia del esfuerzo). Figura 2.1.B.
Si $l > l_c$: el reforzamiento es más efectivo. Figura 2.1.C.

"Las fibras con $l >> l_c$ (normalmente $l > 15l_c$) se denominan *continuas*; y las fibras de menor longitud se denominan *discontinuas o fibras cortas*. En las fibras discontinuas, de longitud significativamente menor que l_c, la matriz se deforma alrededor de la fibra de modo que apenas existe transferencia del esfuerzo y el efecto del reforzamiento de la fibra es insignificante. Esencialmente, estos materiales compuestos son similares a los reforzados con partículas vistos anteriormente. Para que el efecto reforzante de las fibras sobre los materiales compuestos sea significativo, las fibras deben ser continuas."

(D. Callister, 2007, pág. 542)

2.2. PROPIEDADES DEL CONCRETO FRESCO:

2.2.1. Asentamiento del Concreto (Slump):

CUADRO 2.2 Norma MTC E705 "Asentamiento del concreto (slump)"

OBJETO	Establecer el método de ensayo para determinar el asentamiento del concreto en las obras y en el laboratorio.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

REFERENCIAS NORMATIVAS	- NTP 339.035 HORMIGON (CONCRETO): Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento portland. - AASHTO: T 119M Standard Test Method for Slump of Hydraulic Cement Concrete. - ASTM: C 143 Standard Test Method for Slump of Hydraulic Cement Concrete.
EQUIPO	- Molde: Debe ser metálico, inatacable por el concreto, con espesor de lámina no inferior a 1,14 mm (0,045"). Su forma interior debe ser la superficie lateral de un tronco de cono de 203 ± 2 mm (8" ± 1/8") de diámetro en la base mayor, 102 ± 2 mm (4" ± 1/8") de diámetro en la base menor y 305 ± 2 mm (12" ± 1/8") de altura. Las bases deben ser abiertas, paralelas entre sí y perpendiculares al eje del cono. El molde debe estar provisto de agarraderas y de dispositivos para sujetarlo con los pies. El interior del molde debe estar libre de abolladuras, ser liso y sin protuberancias. - Varilla compactadora: Debe ser de hierro liso, cilíndrica, de 16 mm (5/8") de diámetro y de longitud aproximada de 600 mm (24"); el extremo compactador debe ser hemisférico con radio de 8 mm (5/16").
PROCEDIMIENTO	1. Colocar el molde en el piso o sobre una platea metálica, no obstante, la superficie debe estar humedecida y plana. 2. Pisar las aletas de pie del molde, luego verter la capa de concreto fresco hasta un primer tercio del volumen. 3. Apisonar con la varilla acompañado de 25 golpes distribuidos uniformemente. 4. Colocar otras 2 capas del concreto fresco repitiendo el procedimiento anterior a un tercio del volumen y consolidado. 5. La tercera capa se llenará hasta el rebose del molde para realizar el enrazado respectivo, luego de la consolidación, levantar el molde en su dirección vertical. 6. El concreto fresco se asentará, la diferencia entre la altura del molde y la altura de la mezcla fresca se conoce como el Slump. 7. El tiempo de duración de este ensayo no debe exceder más de 2 minutos.

Fuente: (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 05-2016, pág. 801).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA



FIGURA 2.2 Ensayo del asentamiento del concreto.

2.2.2. Exudación del Concreto:

CUADRO 2.3 Norma MTC E713 "Exudación del concreto"

OBJETO	Determinar la cantidad relativa de agua que exuda una muestra fresca de concreto.
REFERENCIAS NORMATIVAS	- NTP 339.077 HORMIGON (CONCRETO): Método de ensayo gravimétrico para determinar la exudación de hormigón (concreto). - ASTM: C 232 Standard Test Methods Bleeding of Concrete. - AASHTO: T 158 Standard Test Methods Bleeding of concrete.
EQUIPO (Método Compactado por Apisonado)	- Recipiente cilíndrico: De aproximadamente 14 litros (1/2 pie^3) de capacidad, con diámetro interior de 255 ± 5 mm (10 ± ¼ pulg) y altura interior de 280 ± 5 mm (11 ± ¼ pulg). El interior debe ser liso y libre de corrosión, recubrimiento o lubricantes. - Báscula: De suficiente capacidad para determinar la masa requerida con precisión de 0,5%. - Pipeta: o instrumento similar, para extraer el agua libre de la superficie de la muestra de ensayo. - Probeta Graduada: Con capacidad para medir 100 mL, con el fin de medir la cantidad de agua retirada. - Varilla Compactadora: De acero estructural, cilíndrico de 16 mm (5/8") de diámetro y de longitud aproximada de 610 mm (24"); el extremo compactador debe ser hemisférico con radio de 16 mm (5/8").
PROCEDIMIENTO	1. Durante el ensayo, la temperatura se mantiene entre 18° y 24° C. 2. Inmediatamente después de apisonar la superficie de la muestra se registra el tiempo y se determina la masa del recipiente con su contenido.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

	3. Se coloca la muestra anterior y el recipiente en una plataforma o en un piso libre de vibración. 4. Se extrae el agua acumulada en la superficie a intervalos de 10 minutos durante los primeros 40 minutos contados a partir del alisado de la muestra, pasados los cuales se extrae el agua cada 30 minutos, hasta que cese la exudación. 5. Para facilitar la recolección del agua exudada, se inclina con cuidado la muestra 2 minutos antes de cada extracción de agua poniendo un bloque de aproximadamente 50 mm (2 pulg) de grueso bajo un lado del recipiente. Luego de retirar el agua, se devuelve el recipiente a la posición original sin agitarlo. 6. Después de cada recolección, se transfiere el agua a una probeta graduada de 100 mL y se registra la cantidad acumulada de agua después de cada transferencia.

Fuente: (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 05-2016, pág. 834).

Existen 2 formas de expresar la exudación:

POR UNIDAD DE AREA:

$$\textbf{Exudación} = \frac{\textbf{Volumen total exudado}}{\textbf{Área de la superficie libre del concreto}}$$

(EC. 2.2)

Las unidades a utilizarse son milímetros por centímetros cuadrados.

EN PORCENTAJE:

$$\textbf{Exudación} = \frac{\textbf{Volumen total exudado}}{\textbf{Vol. de agua de la mezcla en el molde}} \times \textbf{100}$$

(EC. 2.3)

El volumen del agua en el molde se halla de la siguiente manera:

$$\mathbf{V_{agua}\ molde} = \frac{\mathbf{W_{concreto\ en\ el\ molde}}}{\mathbf{W_{total\ de\ la\ tanda}}} \times \mathbf{V_{agua\ en\ la\ tanda}}$$

(EC. 2.4)

(Abanto Castillo, pág. 54)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA



FIGURA 2.3 Ensayo de la exudación del concreto.

2.2.3. Peso Unitario de Producción (Rendimiento):

CUADRO 2.4 Norma MTC E714 "Peso unitario de producción del concreto"

OBJETO	Determinar la densidad del concreto recién mezclado que proporcionará fórmulas para calcular el rendimiento y el contenido de cemento del concreto.
REFERENCIAS NORMATIVAS	- NTP 339.046 HORMIGON (CONCRETO): Método de ensayo gravimétrico para determinar el peso por metro cúbico, rendimiento y contenido de aire del hormigón. - ASTM: C 138 Standard Test Method for Slump of Hydraulic Cement Concrete. - AASHTO: T 121 Standard Test Method for Slump of Hydraulic Cement Concrete.
SIMBOLOGÍA	A = Contenido de aire (porcentaje de vacíos) en el concreto. N = Contenido real de cemento, kg/m^3 ó lb/yd^3. N_t = Masa del cemento en la tanda, kg o lb. R_y = Rendimiento relativo. T = Masa teórica del concreto, suponiendo la no presencia de aire, kg/m^3 o lb/pie. V = Volumen total absoluto de los ingredientes que componen la tanda, m^3 o $pies^3$. W = Densidad o Masa unitaria del concreto, kg/m^3 o lb/pie^3 W_1 = Masa total de todos los materiales de la tanda, kg o lb. Y = Volumen de concreto producido por tanda, m^3 o yd^3.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

	Y_d = Volumen de concreto que, por diseño, debería producir la tanda, m^3 o yd^3. Y_f = Volumen de concreto producido por tanda, pie^3.
EQUIPO	- Balanza: Tendrá precisión de aproximadamente el 0,3% (45g, 0,1lb) de la carga de ensayo en cualquier punto dentro del intervalo de uso. - Varilla compactadora: Debe ser de hierro, liso, cilíndrica, de 16 mm (5/8 pulg) de diámetro y de longitud aproximada de 600 mm (24 pulg); el extremo compactador debe ser semiesférico con radio de 8 mm (5/16 pulg). - Recipiente cilíndrico: De acero o de otro metal apropiado. Debe ser impermeable y suficientemente rígido para mantener su forma y volumen calibrado aún bajo uso rudo. La capacidad mínima del medidor se debe ajustar según la Tabla 2.4. El borde superior de estos recipientes debe ser liso y plano en 0,25 mm (0,01pulg). - Placa enrasadora: Debe ser metálica, rectangular, de por lo menos 6 mm (1/4 pulg) de espesor o una placa de vidrio o acrílica de por lo menos 13 mm (½pulg) de espesor, con un ancho y un largo superiores en 50 mm (2 pulg) al diámetro del medidor con el cual va a ser usada. Los bordes de la placa deben ser rectos y lisos dentro de una tolerancia de 1,6 mm (1/16 pulg). - Martillos: Pueden ser de cabeza de caucho o de cuero, con una masa de aproximadamente 600 ± 200 g (1,25 ± 0,50 lb) para medidores de 14 dm^3 (0,5 $pies^3$) o menos, y otro con una masa de aproximadamente 1000 ± 200g para medidores de volumen superior a 14 dm^3 (0,5 $pies^3$).
PROCEDIMIENTO	1. Determinar el peso del recipiente vacío (kg) y humedecerlo. 2. Se debe conocer el volumen del recipiente. 3. Apisonado: Se coloca el concreto en el medidor, en tres capas de aproximadamente igual volumen. Se golpea cada capa con la varilla compactadora, 25 veces cuando se usen medidores de volumen igual o menor a 0,014m^3 (0,5 $pies^3$) o 50 veces cuando se use el medidor de 0,28m^3 (1 pie^3). Los golpes aplicados a la capa inferior deben cruzar todo su espesor, pero no deben estrellar fuertemente el fondo del medidor. Se distribuyen los golpes uniformemente sobre la sección transversal del medidor. Para las capas media y superior, los golpes deben penetrar aproximadamente 25 mm (1 pulg) dentro de la capa anterior a la que está siendo compactada. Después que cada capa ha sido compactada, se golpean los costados del medidor con el martillo

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

	apropiado, entre 10 y 15 veces, con el fin de cerrar los orificios dejados por la varilla y de liberar las burbujas de aire que hayan quedado atrapadas en la mezcla. Se añade la capa final de tal forma que se evite el sobrellenado. 4. Al terminar la compactación, el medidor no debe mostrar un exceso o una deficiencia considerable de concreto. Se considera como óptimo, un exceso de concreto que sobresalga 3 mm (1/8 pulg) por encima del nivel del borde del molde. 5. Enrasado: Se enrasa la superficie del concreto al terminar la compactación y se termina la superficie del concreto, en forma lisa con la placa enrasadora, teniendo mucho cuidado de dejar el medidor lleno justo a nivel. 6. Limpieza y pesaje: Después de enrasar, se limpia cualquier exceso de concreto existente en el exterior del medidor y se determina la masa neta del concreto en el medidor.

Fuente: (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 05-2016, pág. 840).

TABLA 2.4 Capacidad mínima de los medidores.

TMN del agregado grueso		Capacidad del medidor, mínimo	
mm	**pulg**	**dm^3**	**ft^3**
25.0	1	6	0.2
37.5	1 ½	11	0.4
50	2	14	0.5
75	3	28	1.0
114	4 ½	71	2.5
152	6	99	3.5

Fuente: (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 05-2016, pág. 841).

Densidad (Peso Unitario):

$$\mathbf{W = \frac{M_c - M_m}{V_m}}$$

(EC. 2.5)

Rendimiento:

$$\mathbf{Y(m^3) = \frac{W_1}{W}}$$

(EC. 2.6)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Rendimiento Relativo:

$$R_y = \frac{Y}{Y_d}$$

(EC. 2.7)

Contenido de Cemento:

$$N = \frac{N_t}{Y}$$

(EC. 2.8)



FIGURA 2.4 Ensayo del peso unitario del concreto.

2.2.4. Temperatura de Mezclas de Concreto:

CUADRO 2.5 Norma MTC E724 "Temperatura de mezclas de concreto"

OBJETO	Determinar la temperatura de mezclas de hormigón (concreto) fresco y puede ser usado para verificar la conformidad con un requerimiento especificado para la temperatura del hormigón (concreto) fresco en obra.
REFERENCIAS NORMATIVAS	- ASTM C 1064: 1999 Standard test method for temperature of freshly mixed Portland cement concrete. - NTP 339.184: 2002: HORMIGON (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para determinar la temperatura de mezclas de hormigón (concreto).
EQUIPO	- Recipiente: Debe estar elaborado de un material no absorbente y debe tener dimensiones tales que permitan un recubrimiento de al menos 3 pulgadas (75 mm) de hormigón en todas las direcciones alrededor del sensor medidor de temperatura. La cantidad de hormigón que debe

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

	cubrir, tiene que ser mínimo tres veces el tamaño máximo del agregado grueso. - Medidor de temperatura: Debe de ser calibrado para medir la temperatura del hormigón recién mezclado con una variación de ± 0,5 °C, dentro de un rango entre 0°C a 50°C. El dispositivo que mide la temperatura (sensor) requerirá la inmersión de 3 pulgadas (75 mm) o más en el hormigón, durante la operación.
PROCEDIMIENTO	1. Obtener una muestra de hormigón dentro de un contenedor no absorbente, de tamaño suficiente para proveer un mínimo de 3 pulg (75 mm) de hormigón alrededor del sensor de temperatura en todas las direcciones. 2. Utilizar un termómetro con una exactitud de ± 0,5°C, e intervalo de temperatura de 0º a 50°C. 3. Colocar el termómetro dentro de la muestra cubriendo el sensor con un mínimo de 3 pulg (75 mm) en todas las direcciones. Cierre desde la izquierda presionando con delicadeza el concreto alrededor del medidor de temperatura en la superficie del concreto para así prevenir que la temperatura ambiente afecte la lectura en el instrumento. 4. Tomar la lectura de temperatura después de un tiempo mínimo de 2 minutos o hasta que la lectura se estabilice, luego lea y registre.

Fuente: (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 05-2016, pág. 882).



FIGURA 2.5 Temperatura de la mezcla de concreto

2.3. PROPIEDADES DEL CONCRETO ENDURECIDO:

2.3.1. Finalidad y Alcance:

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Los ensayos de resistencia del concreto representan la condición de carga máxima del concreto para soportar esfuerzos, con el fin de utilizar esta propiedad del concreto en los diseños de elementos estructurales.

La obtención de resistencia del concreto se efectúa mediante ensayos hasta la ruptura de muestras representativas, con tres finalidades:

- Determinar que una mezcla de concreto suministrada cumpla con los requerimientos de la resistencia especificada (f´c) del proyecto.
- Controlar la uniformidad de las resistencias y ajustarlas al nivel requerido para la producción del concreto.
- Verificar la resistencia del concreto como se encuentra en la estructura.

El código ACI 318-11S en la sección 5.6.2.4. (pág. 76) dice que "Un ensayo de resistencia debe ser el promedio de las resistencias de al menos dos probetas de 150 mm por 300 mm o de al menos tres probetas de 100 mm por 200 mm, preparadas de la misma muestra de concreto y ensayadas a 28 días o a la edad de ensayo establecida para la determinación de f'c".

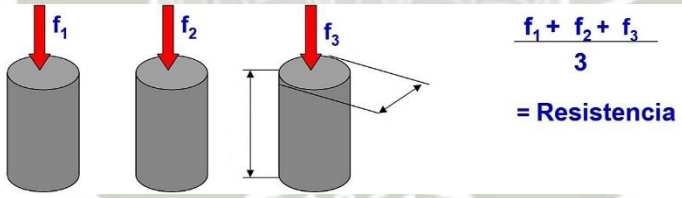


FIGURA 2.6 Ensayos de resistencia promedio en laboratorio.

Se debe tener cuidado en la interpretación del significado de las determinaciones de la resistencia, puesto que la resistencia no es una propiedad fundamental del concreto elaborado con determinados materiales. Los valores obtenidos dependen del tamaño y forma del espécimen, de la tanda, de los procedimientos de mezclado, de los métodos de muestreo, moldes y fabricación, así como de la edad, temperatura y condiciones de humedad durante el curado.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

2.3.2. Resistencia a la Compresión:

CUADRO 2.6 Norma MTC E704 "Ensayo de resistencia a la compresión de testigos cilíndricos"

OBJETO	Determinar la resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos de concreto, tanto cilindros moldeados como núcleos extraídos, y se limita a concretos con un peso unitario superior a 800 kg/m^3 (50 lb/pie^3).
REFERENCIAS NORMATIVAS	- NTP 339.034 HORMIGON (CONCRETO): Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas. - ASTM: C 39- 39M-2005e2 Standard Test Method Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens. - AASHTO: T 22-2005 Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete.
EQUIPO	- Máquina de Ensayo: La máquina de ensayo debe ser de un tipo tal, que tenga suficiente capacidad de carga y que reúna las condiciones de velocidad de carga, debe aplicarse continuamente sin golpes bruscos. La carga se deberá aplicar a una velocidad correspondiente a una tasa de aplicación de carga comprendida en el rango de 0,25 ± 0,05 MPa/s (35 ± 7psi/s). La velocidad escogida se debe mantener, al menos, durante la segunda mitad del ciclo de ensayo, para la fase de carga prevista. Durante la aplicación de la primera mitad de la fase de carga prevista, se permite una velocidad de carga mayor, siempre que ésta se controle para evitar cargas por impacto. - Bloques de carga: La máquina de ensayo debe estar equipada con dos bloques de carga, de acero con caras endurecidas, uno de los cuales es un bloque con rótula el cual descansa sobre la superficie superior de la muestra, y el otro un bloque sólido sobre el cual se colocará el espécimen. - Indicador de Carga: Si la carga de una máquina de compresión usada en el ensayo de concreto se registra en un dial, éste debe tener una escala graduada que permita leer con una precisión del 0,1% de la carga total de la escala. Si la máquina de ensayos indica la carga en forma digital, el número debe ser suficientemente grande para que sea legible, con un incremento numérico igual o menor al 0,05% de la carga total de la escala y dentro del 1,0% de la carga indicada en cualquier nivel dentro del rango de valores de carga dados.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

PROCEDIMIENTO	1. El ensayo de compresión de muestras curadas en agua se debe hacer inmediatamente después de que éstas han sido removidas del lugar de curado. 2. Las muestras se deben mantener húmedas utilizando cualquier método conveniente, durante el período transcurrido desde su remoción del lugar de curado hasta cuando son ensayadas. Se deberán ensayar en condición húmeda. 3. Todos los especímenes de una edad determinada, se deben romper dentro de las tolerancias indicadas en la Tabla 2.5. 4. Medida de Diámetro y Altura del espécimen. 5. Colocación de la Muestra: Se coloca el bloque de carga inferior sobre la plataforma de la máquina de ensayo, directamente debajo del bloque superior. Se limpian con un paño las superficies de los bloques superior e inferior y se coloca el espécimen sobre el bloque inferior. Se alinea cuidadosamente el eje del espécimen con el centro de presión del bloque superior. Antes de ensayar el espécimen se debe verificar que el indicador de carga esté ajustado en cero. 6. Velocidad de Carga: Se aplica la carga continuamente sin golpes bruscos. 7. Se aplica la carga hasta que el indicador señale que ella comienza a decrecer de manera continua y el cilindro muestra un patrón de falla bien definido.

Fuente: (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 05-2016, pág. 789).

TABLA 2.5 Tolerancia de edad de ensayo de los especímenes.

Edad del Ensayo	Edad del Ensayo
12 horas	0.25 ó 2.1%
24 horas	± 0.5 horas ó 2.1%
3 días	2 horas ó 2.28%
7 días	6 horas ó 3.6%
28 días	20 horas ó 3.0%
56 días	40 horas ó 3.0%
90 días	2 días ó 2.2%

Fuente: (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 05-2016, pág. 794).

La resistencia a la compresión del espécimen de concreto se calcula mediante la siguiente ecuación:

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

$$C = \frac{P}{A}$$

(EC. 2.9)

C = Resistencia a la compresión (kgf/cm^2)

P = Carga máxima de la rotura (kgf)

A = Área de la sección transversal (cm^2)

Los especímenes de concreto para pruebas de aceptación en obra y laboratorio deben tener un tamaño de 6x12 pulgadas (150x300 mm) o 4x8 pulgadas (100x200 mm), cuando así se especifique. El diámetro del cilindro utilizado debe ser como mínimo tres veces el tamaño máximo nominal del agregado grueso que se emplee en el concreto.



FIGURA 2.7 Equipo de ensayo y muestra de concreto para ensayo a compresión.



FIGURA 2.8 Muestras de concreto sometidas a ensayo a compresión.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

2.3.3. Resistencia a la Tracción Indirecta:

CUADRO 2.7 Norma MTC E708 "Ensayo de tracción indirecta de cilindros estándares de concreto"

OBJETO	Establecer el procedimiento de ensayo de tracción indirecta de cilindros normales de concreto.
REFERENCIAS NORMATIVAS	- NTP 339.084 HORMIGÓN (CONCRETO): Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la tracción simple del hormigón, por compresión diametral de una probeta cilíndrica. - ASTM: C 496 Standard Test Method for Splitting Tensile Strength of Cylindrical Concrete Specimens. - AASHTO: T 192 Standard Test Method for Splitting Tensile Strength of Cylindrical Concrete Specimens.
EQUIPO	- Máquina de ensayo: La máquina de ensayo se ajustará a los requerimientos de la norma MTC E 704 y deberá tener la suficiente capacidad para aplicar la carga. Se aplica carga al cilindro en forma continua evitando impacto, a velocidad constante comprendida entre 689 kPa/min (100 lb/pulg^2/min) y 1380 kPa/min (200 lb/pulg^2/min) mientras se rompe el cilindro. - Platina de apoyo suplementaria: Si el diámetro o la mayor dimensión de las placas de apoyo, inferior y superior, es menor que la longitud del cilindro para ensayo, se debe usar una platina suplementaria de acero maquinado. Las superficies de las platinas deben ser planas dentro de una tolerancia de 0,025 mm (0,001 pulg), medida sobre cualquier línea de contacto del área de apoyo. La platina se debe colocar de tal forma que la carga sea aplicada sobre la longitud total del cilindro. - Listones de apoyo: Deben ser dos tiras de cartón o dos listones de madera laminada, libres de imperfecciones, de 3,2 mm (1/8 pulg) de espesor, 25 mm (1 pulg) de ancho aproximadamente y longitud igual o ligeramente mayor que la del cilindro. Los listones de apoyo se deben colocar entre el cilindro de concreto y las placas superior e inferior de apoyo de la máquina de ensayo o entre el cilindro de concreto y la platina suplementaria, cuando ésta se utilice. Los listones de apoyo deben usarse solamente una vez. - Indicador de Carga.
PROCEDIMIENTO	1. Marcas: Se dibujan diámetros sobre cada extremo del espécimen, que permita asegurar que se encuentran en el mismo plano axial. 2. Medida de Diámetro y Longitud del espécimen.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

	3. Colocación de los listones de apoyo: Se coloca un listón de apoyo a lo largo del centro de la placa inferior. Se pone el cilindro en posición horizontal sobre el listón, de tal manera que el punto de tangencia de las dos bases esté concentrado sobre la lámina de apoyo. Se coloca el segundo listón longitudinalmente sobre el cilindro, centrándolo en forma similar al anterior. 4. Velocidad de Carga: Se aplica la carga continuamente sin golpes bruscos. 5. Se aplica la carga hasta que el indicador señale que ella comienza a decrecer de manera continua y el cilindro muestra un patrón de falla bien definido.

Fuente: (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 05-2016, pág. 819).

La resistencia a la tracción indirecta del espécimen de concreto se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$T = \frac{2 \times P}{\pi \times L \times d}$$

(EC. 2.10)

T = Resistencia a la tracción indirecta (kgf/cm^2)

P = Carga máxima de la rotura (kgf)

L = Longitud del espécimen (cm)

d = Diámetro del espécimen (cm)



FIGURA 2.9 Equipo de ensayo y muestra de concreto para ensayo a tracción indirecta.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA



FIGURA 2.10 Muestra de concreto sometidas a ensayo a tracción indirecta.

2.3.4. Resistencia a la Flexión (Método de la Viga Simple cargada en el punto central):

CUADRO 2.8 Norma MTC E711 "Ensayo de resistencia a la flexión del concreto, método de la viga simple cargada en el punto central"

OBJETO	Establecer los procedimientos que deben seguirse en la determinación de la resistencia a la flexión de un pequeño espécimen de concreto por medio del uso de una viga simple cargada en el punto central.
REFERENCIAS NORMATIVAS	- NTP 339.059 HORMIGÓN (CONCRETO): Método para la obtención y ensayos de corazones diamantinos y vigas cortadas de hormigón (concreto). - ASTM: C 42 Standard Test Method for Obtaining and Testing Drilled Cores and Sawed Beams of Concrete. - AASHTO: T 24 Standard Test Method for Obtaining and Testing Drilled Cores and Sawed Beams of Concrete.
EQUIPO	- Máquina de ensayo: La máquina de ensayo deberá tener la suficiente capacidad para aplicar la carga. Las máquinas de ensayo operadas a mano con bombas que no suministren una carga continua en un recorrido, no serán permitidas. Se permitirán bombas con motor u operadas a mano, con desplazamiento positivo, que tengan suficiente volumen en un golpe continuo, para completar el ensayo sin requerir una nueva recarga, siempre y cuando sean capaces de aplicar las cargas a un ritmo uniforme, sin interrupciones o discontinuidades. - Todos los aparatos utilizados en el ensayo de flexión del concreto deben ser capaces de mantener la longitud especificada de la luz entre apoyos y las

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

	distancias entre los bloques de aplicación de carga y los bloques de apoyo constantes, con una tolerancia de ± 1,3 mm (± 0,05 pulg). - Aparato de carga: El mecanismo mediante el cual se aplican las fuerzas al espécimen, debe emplear un bloque de aplicación de carga y dos bloques de soporte del espécimen que aseguren que todas las fuerzas se aplican perpendicularmente a la cara del espécimen sin excentricidad.
PROCEDIMIENTO	1. Medida de Altura, Ancho y Longitud del espécimen. 2. Marcas: Se dibujan los 3 puntos de apoyo en el espécimen. 3. Colocación de los listones de apoyo: Se centra el sistema de carga con relación a la fuerza aplicada. Se ponen los bloques de aplicación de carga en contacto con la superficie del espécimen en los puntos tercios, entre los soportes. 4. Velocidad de Carga: La carga se debe aplicar de manera continua sin sobresaltos, hasta que ocurra la rotura.

Fuente: (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 05-2016, pág. 828).

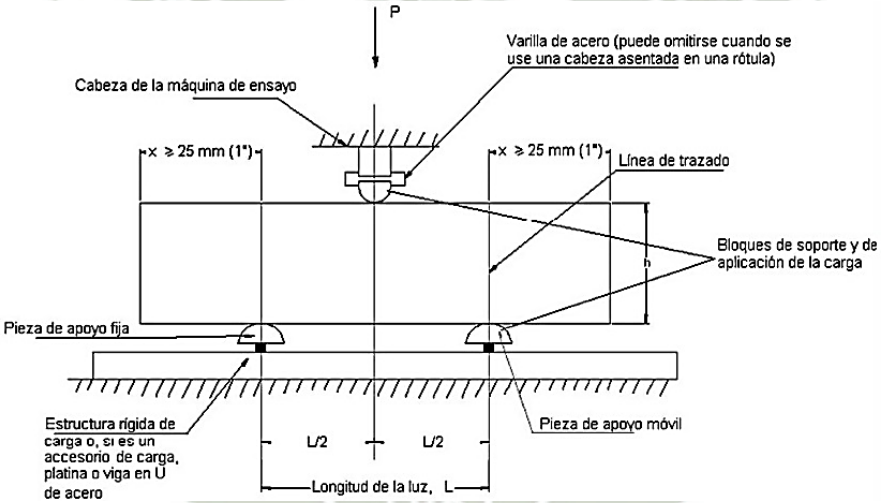


FIGURA 2.11 Esquema de ensayo a la flexión del concreto, método de la viga simple cargada en el punto central.

La resistencia a la flexión del espécimen de concreto se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$\mathbf{R = \frac{3 \times P \times L}{2 \times b \times d^2}}$$

(EC. 2.11)

R = Resistencia a la flexión (kgf/cm^2).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

P = Carga máxima de la rotura (kgf).

L = Longitud de la luz (cm).

b = Ancho promedio del espécimen (cm).

d = Altura promedio del espécimen (cm).



FIGURA 2.12 Equipo de ensayo y muestra de concreto para ensayo a la flexión de viga.

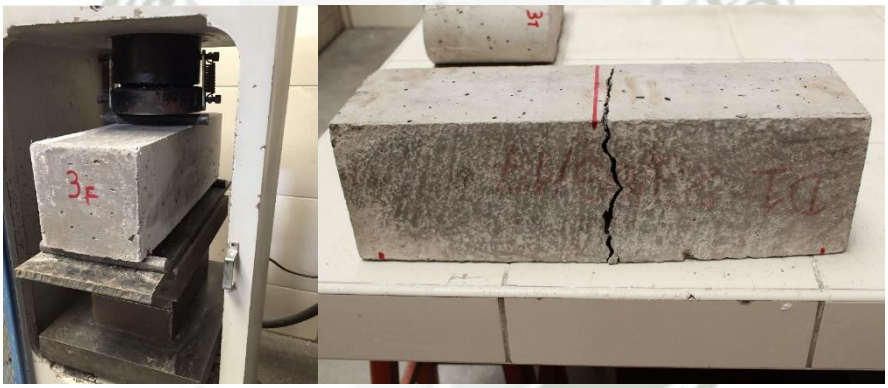


FIGURA 2.13 Muestras de concreto sometidas a ensayo a la flexión de viga.

2.3.5. Resistencia al Impacto:

Una de las principales propiedades de los concretos reforzados con fibras son su elevada resistencia al impacto, a la acción de cargas explosivas y en general a esfuerzos dinámicos de tensión y compresión; su elevada resistencia dinámica tiene su complemento en una gran capacidad de absorción de energía.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

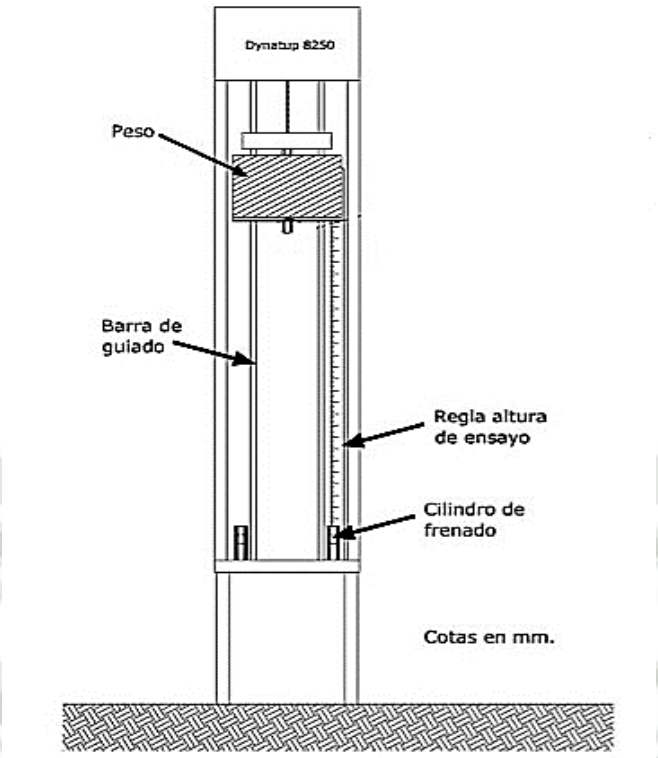


FIGURA 2.14 Esquema de torre de caída para ensayo de impacto, modelo Dynatup 8250.

Fuente: (Enfedaque Díaz, 2008, pág. 195).

El ensayo relaciona la resistencia al impacto con el coeficiente de restitución, definido a su vez como cociente entre la velocidad de partida (rebote) tras el impacto y la velocidad de la esfera en el momento del impacto.

El ACI 544.2R (*Measurement of Properties of Fiber Reinforced Concrete*) recomienda que la prueba se realiza sobre una muestra circular de concreto de 150 mm de diámetro y 63.5 mm de espesor, estas muestras serán sometidas a caídas repetidas de un peso de acero de 4.54 kg desde una altura de 457 mm, y se registra el número de veces necesario para generar la primera fisura sobre la parte superior de la muestra (resistencia al impacto a la primera grieta, RPG). La falla completa corresponde al número total de golpes necesarios para iniciar y propagar las grietas hasta la falla última (resistencia al impacto último, RIU). Los esquemas de los dispositivos para ensayo de impacto se pueden apreciar en la Figura 2.14 y Figura 2.15.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

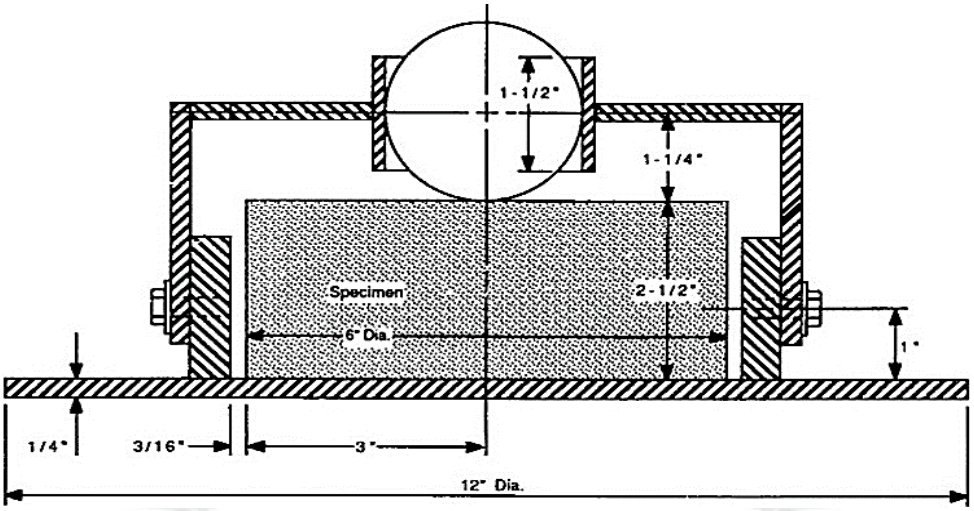


FIGURA 2.15 Esquema del dispositivo para prueba de impacto.

Fuente: (American Concrete Institute - ACI 544.2R-89, 1999).

Para la presente investigación, en busca de obtener comportamientos de las muestras respecto a su resistencia al impacto, y con la limitación de la falta de dispositivos en laboratorio para el ensayo de impacto, se optó por realizar una variante haciendo uso de la Máquina de Los Ángeles y tomando las consideraciones de la Norma MTC E-207 Anexo C (*Resistencia al desgaste de los agregados gruesos de tamaños mayores de 19mm (3/4") por medio de la máquina de Los Ángeles*).

Las muestras para ensayo de desgaste al impacto en la máquina de Los Ángeles fueron cubos de concreto de 50x50x50 mm los cuales fueron ensayados a los 28 días con una carga de impacto de entre 390 g y 445 g (12 esferas), una masa de muestras de 10 000 g ± 100 g y sometidas a 1 000 revoluciones (Tabla 2.6). Luego del número indicado de revoluciones, se descarga el material de la máquina y se realiza la separación de la muestra sobre el tamiz normalizado de 1.70 mm (N°12). El cálculo del porcentaje (%) de desgaste al impacto será:

$$\%_{\mathbf{impacto}} = \frac{(\mathbf{P_a} - \mathbf{P_b})}{\mathbf{P_a}}$$

(EC. 2.12)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

P_a = Masa de la muestra seca antes del ensayo (g).

P_b = Masa de la muestra seca después del ensayo (g), retenido sobre el tamiz 1.70 mm (N° 12).

TABLA 2.6 Gradación de las muestras de ensayo, para agregados gruesos de tamaños mayores de 19 mm (3/4").

Tamaño de tamiz mm (pulg) abertura cuadrada		Revoluciones = 1000 (30 rpm a 33 rpm)		
		Masa de tamaño indicado, g		
		GRADACIÓN		
Que pasa	**Retenido sobre**	**1**	**2**	**3**
75 (3)	63 (2 ½)	2500 ± 50	--	--
63 (2 ½)	50 (2)	2500 ± 50	--	--
50 (2)	37.5 (1 ½)	5000 ± 50	5000 ± 50	--
37.5 (1 ½)	25 (1)	--	5000 ± 25	5000 ± 25
25 (1)	19 (3/4)	--	--	5000 ± 25
TOTAL		**10000 ± 100**	**10000 ± 75**	**10000 ± 50**

Fuente: (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 05-2016, pág. 322).



FIGURA 2.16 Muestras de concreto sometidas al ensayo de impacto.

2.4. FISURAMIENTO POR RETRACCIÓN PLÁSTICA:

2.4.1. Fisuras en el Concreto:

La Asociación Colombiana de Productores de Concreto (ASOCRETO, 2010) define a la Fisura como: "Rotura que por lo general aparece en la superficie

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

del concreto debido a la existencia de esfuerzos superiores a su resistencia mecánica. Cuando la fisura atraviesa de lado el espesor de un elemento, se convierte en una grieta"; esto debido a que la deformación de tracción a la que es sometido el concreto excede su propia capacidad de deformación a tracción. Hay varios mecanismos que pueden originar estas fisuras:

- Movimientos generados en el interior del concreto (retracción por secado, expansión o contracción debido a cambios de temperatura, asentamiento plástico, etc.), causan tensiones de tracción si los movimientos están impedidos.
- Expansión del material embebido en el concreto.
- Condiciones impuestas externamente, causadas por cargas o deformaciones impuestas a la propia estructura.

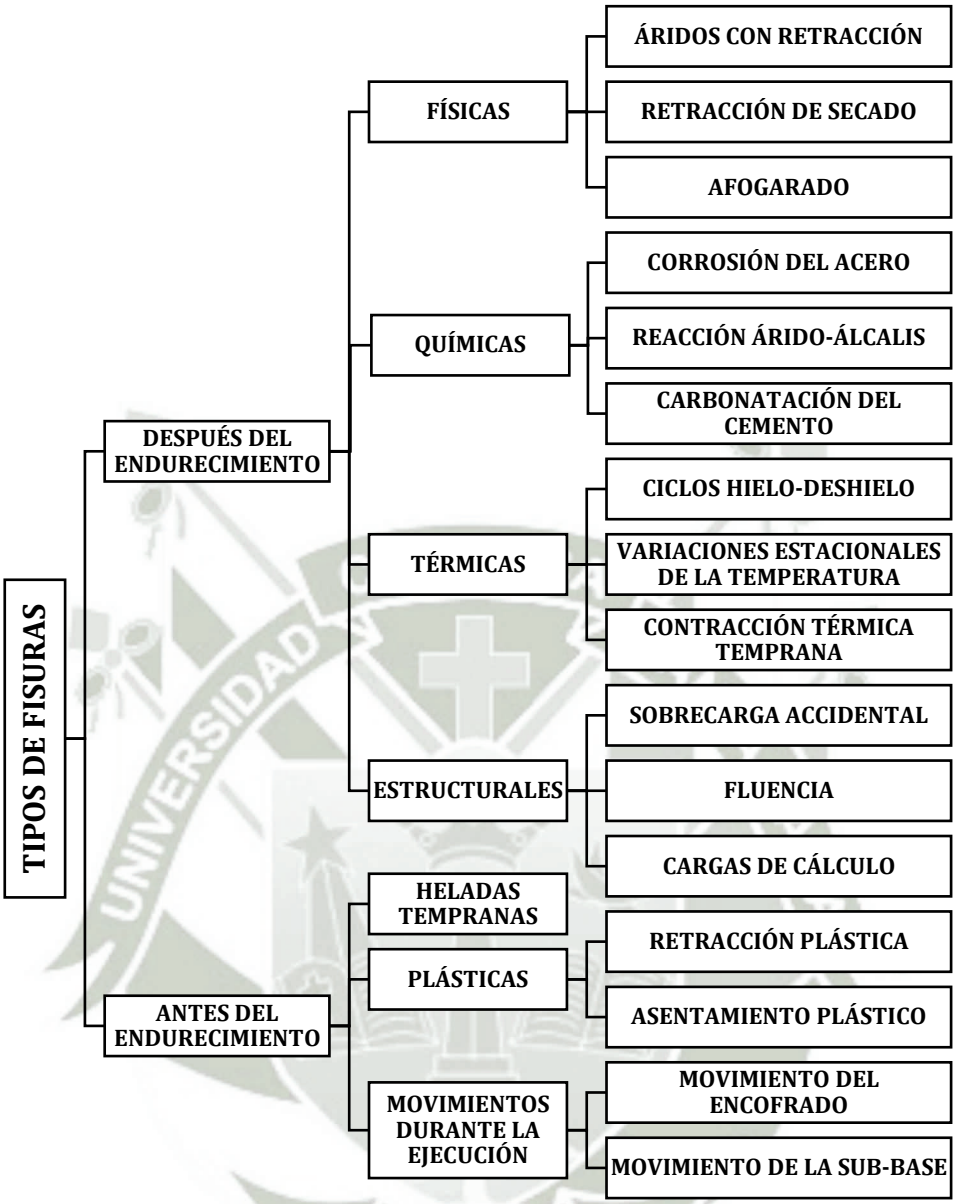
2.4.2. Clasificación de las Fisuras:

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

CUADRO 2.9 Tipos de fisuras en el concreto.



Fuente: (GEHO - CEB, 1996).

2.4.3. Retracción Plástica en el Concreto:

La retracción plástica es un hecho muy común en el concreto en estado fresco y se genera por las fuerzas de tensión capilar del agua en los poros, lo que genera fisuras superficiales. Las fisuras suelen manifestarse aproximadamente entre las dos y cuatro primeras horas después del vaciado,

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

tiempo en que la mezcla recién preparada y colocada va perdiendo su brillo, es decir cuando la superficie del concreto toma un color opaco.

"Las fisuras causadas por la retracción plástica son mayoritariamente superficiales, aunque en algunos casos pueden atravesar la totalidad de la losa, disminuyendo notablemente la anchura de la fisura a medida que se aleja de la superficie. Los anchos típicos de las fisuras causadas por retracción plástica son del orden de 2 a 3 milímetros medidos en superficie."

(GEHO - CEB, 1996)

Los elementos de concreto que presentan una gran relación de superficie-volumen como el caso de las losas, son candidatos ideales a sufrir este tipo de fisuracion que se manifiestan paralelas entre sí y con un ángulo alrededor de 45° con las esquinas, con una irregularidad en la separación de fisura y fisura, cuyas distancias varían usualmente entre 0.2 a 0.9 metros.

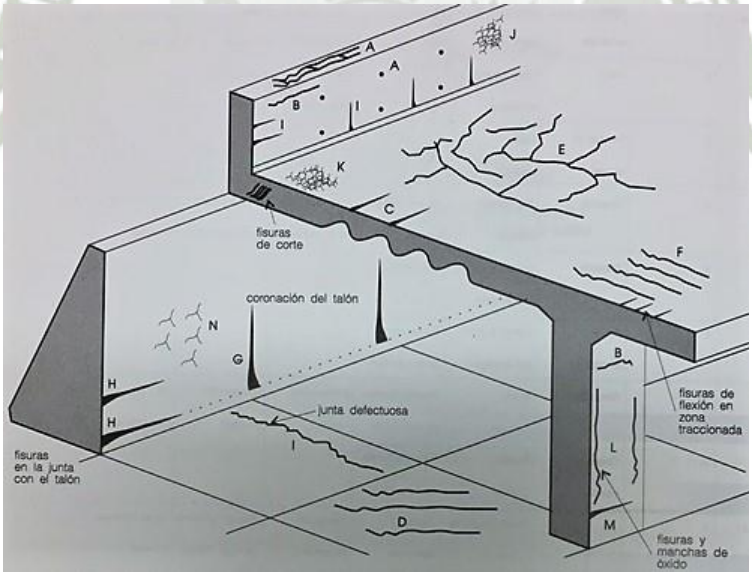


FIGURA 2.17 Tipos de fisuras en el concreto.

Fuente: (GEHO - CEB, 1996).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

CUADRO 2.10 Tipos de fisuras por retracción plástica.

Tipo de Fisura	Posición en la Fig.	Subdivisión	Ubicación más Usual	Causa Primaria	Factores Secundarios	Soluciones	Edad de Aparición
RETRACCIÓN PLÁSTICA	D	Diagonal	Pavimentos y Placas	Secado rápido a horas tempranas	Baja velocidad de exudación	Mejorar curado a primeras horas	De 30 minutos a 6 horas
	E	Aleatoria	Losas de hormigón armado				
	F	Sobre armadura	Losas de hormigón armado	Barras cerca de la superficie			

Fuente: (GEHO - CEB, 1996).

La National Ready Mixed Concrete Association (NRMCA) explica que las fisuras por retracción plástica son antiestéticas, pero raramente afectan la resistencia o durabilidad de los pisos de concreto y los pavimentos. El desarrollo de estas fisuras puede ser minimizado si se toman medidas apropiadas antes y durante el vaciado y el acabado o terminación del concreto.



FIGURA 2.18 Medición de Fisuras causadas por retracción plástica en el concreto.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

CAPÍTULO 3 – MATERIALES PARA EL CONCRETO FIBROREFORZADO

3.1. AGREGADO GRUESO:

3.1.1. Definición:

"Se define como agregado grueso al material retenido en el tamiz 4.75 mm (N° 4) proveniente de la desintegración natural o mecánica de las rocas y que cumple con los límites establecidos en la norma. El agregado grueso puede ser grava, piedra chancada, etc."

(Abanto Castillo, pág. 26)

3.1.2. Características del Agregado:

CUADRO 3.1 Agregado grueso empleado en la investigación.

TIPO	ANGULAR
TAMAÑO (mercado)	3/4"
PROCEDENCIA	CANTERA "LA PODEROSA"



Fuente: Elaboración propia.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Para la presente investigación, se obtuvo el promedio de tres (03) ensayos de muestras en laboratorio por cada propiedad del Agregado Grueso a evaluar.

3.1.3. Ensayo de Análisis Granulométrico:

CUADRO 3.2 Norma MTC E204 "Análisis granulométrico del Agregado Grueso".

OBJETO	Determinar por medio de una serie de tamices de abertura cuadrada la distribución de partículas de agregado grueso en una muestra seca de peso conocido.
REFERENCIAS NORMATIVAS	- NTP 400.012: Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global. - ASTM C702-1998: Standard practice for reducing field samples of aggregate to testing size. - AASHTO T27: Sieve analysis of fine and coarse aggregates.
EQUIPO	- Balanza: con aproximación a 0,5 g y exactitud a 0,1% del peso de la muestra a ser ensayada (Tabla 3.1). - Estufa: de tamaño adecuado y capaz de mantener una temperatura uniforme de 110 ± 5 °C. - Tamices: tamices seleccionados de acuerdo con las especificaciones del material que va a ser ensayado. *(1 1/2" – 1" – 3/4" – 1/2" - 3/8" – N°4 – Fondo)* - Bandejas, cucharas, espátulas, guantes.
PROCEDIMIENTO	1. Obtención de la muestra por el método de cuarteo. 2. Secar la muestra a temperatura de 110 ± 5°C, hasta obtener peso constante. 3. Seleccionar la serie de tamices de tamaños adecuados para cumplir con las especificaciones del material a ensayar. 4. Encajar los tamices en orden decreciente, por tamaño de abertura, y colocar la muestra sobre el tamiz superior. Efectuar el tamizado de forma manual o por medio de un tamizador mecánico, durante un período adecuado (aprox. 3 min). 5. Determinar el peso de la muestra retenido en cada tamiz, con una balanza. El peso total del material después del tamizado, debe ser verificado con el peso original de la muestra ensayada.

Fuente: (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 05-2016, pág. 303).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

TABLA 3.1 Cantidad mínima de muestra del agregado grueso.

TMN Abertura cuadrada		Cantidad mínima de muestra de ensayo
mm	pulg	kg
9.5	3/8	1
12.5	1/2	2
19.0	3/4	5
25.0	1	10
37.5	1 ½	15
50.0	2	20
63.0	2 ½	35
75.0	3	60
90.0	3 ½	100
100.0	4	150
125.0	5	300

Fuente: (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 05-2016, pág. 304).

CÁLCULOS E INFORME

Calcular el porcentaje que pasa, porcentaje total retenido, o porcentaje sobre cada tamiz con aproximación de 0,1% sobre la base del peso total de la muestra inicial seca.



FIGURA 3.1 Granulometría del agregado grueso.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

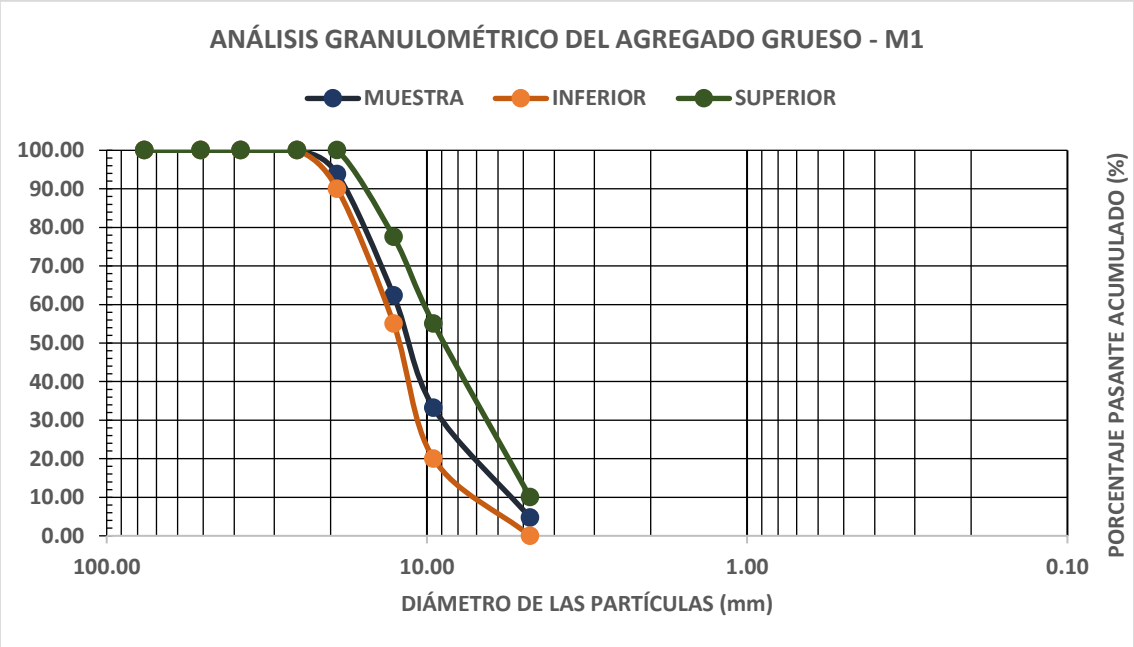
Muestra 1.

TABLA 3.2 Granulometría del agregado grueso "Muestra 01".

TAMIZ	DIÁMETRO (mm)	Peso Retenido (g)	Porcentaje Retenido (%)	Porcentaje Retenido Acumulado (g)	Porcentaje Pasante Acumulado (g)
3"	76.2	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.8	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.1	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.4	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	460.00	9.20	9.20	90.80
1/2"	12.7	1875.00	37.50	46.70	53.30
3/8"	9.53	1105.00	22.10	68.80	31.20
#4	4.76	1325.00	26.50	95.30	4.70
Fondo	fondo	235.00	4.70	100.00	0.00
Total		**5000.00**	**100.00**		

Fuente: Elaboración propia.

GRÁFICO 3.1 Granulometría del agregado grueso "Muestra 01".



Fuente: Elaboración propia.

M1	TM	TMN	MF
	1"	3/4"	6.68

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

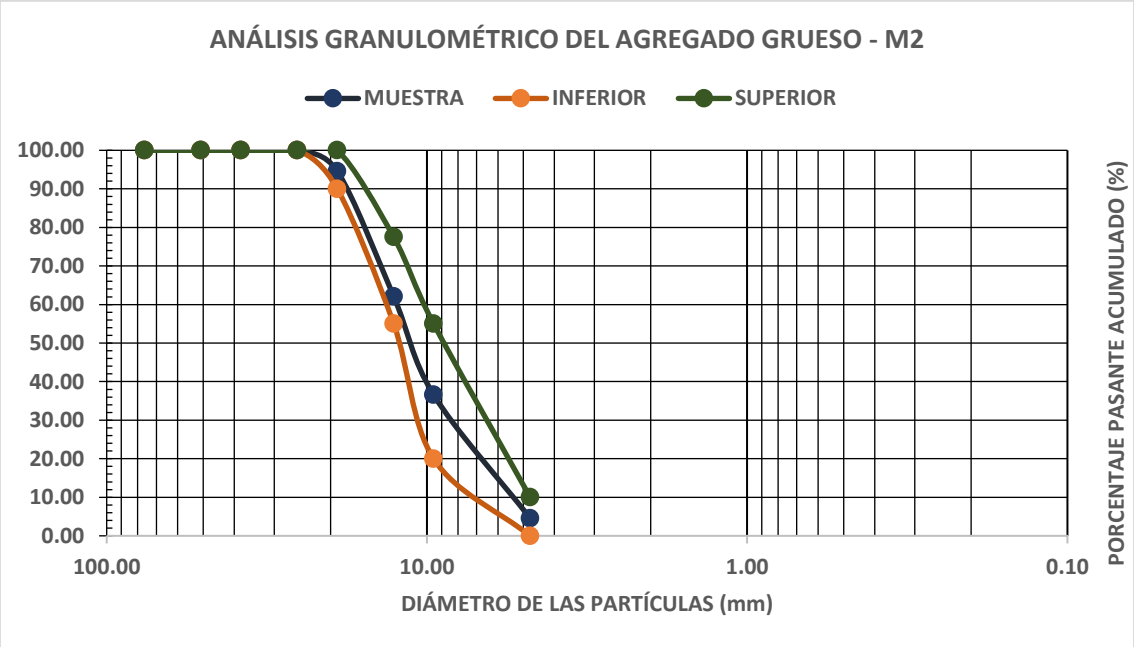
Muestra 2.

TABLA 3.3 Granulometría del agregado grueso "Muestra 02".

TAMIZ	DIÁMETRO (mm)	Peso Retenido (g)	Porcentaje Retenido (%)	Porcentaje Retenido Acumulado (g)	Porcentaje Pasante Acumulado (g)
3"	76.2	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.8	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.1	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.4	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	380.00	5.43	5.43	94.57
1/2"	12.7	2575.00	36.79	42.21	57.79
3/8"	9.53	1585.00	22.64	64.86	35.14
#4	4.76	2140.00	30.57	95.43	4.57
Fondo	fondo	320.00	4.57	100.00	0.00
Total		**7000.00**	**100.00**		

Fuente: Elaboración propia.

GRÁFICO 3.2 Granulometría del agregado grueso "Muestra 02".



Fuente: Elaboración propia.

M2	TM	TMN	MF
	1"	3/4"	6.64

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

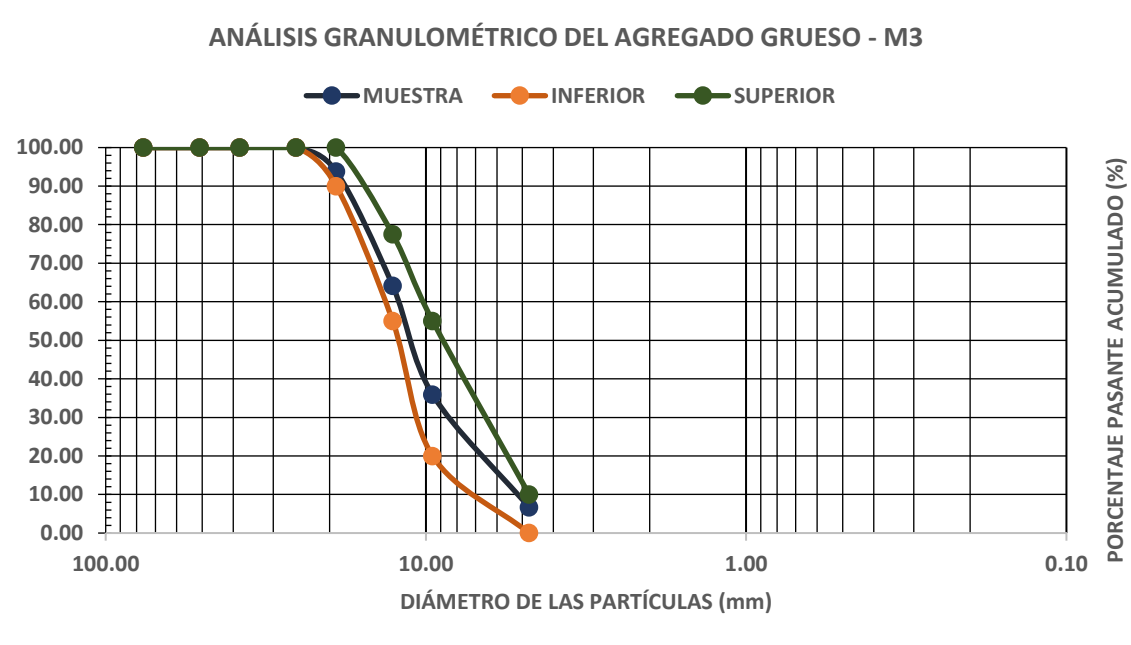
Muestra 3.

TABLA 3.4 Granulometría del agregado grueso "Muestra 03".

TAMIZ	DIÁMETRO (mm)	Peso Retenido (g)	Porcentaje Retenido (%)	Porcentaje Retenido Acumulado (g)	Porcentaje Pasante Acumulado (g)
3"	76.2	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.8	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.1	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.4	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	375.00	6.25	6.25	93.75
1/2"	12.7	2475.00	41.25	47.50	52.50
3/8"	9.53	1295.00	21.58	69.08	30.92
#4	4.76	1555.00	25.92	95.00	5.00
Fondo	fondo	300.00	5.00	100.00	0.00
Total		**6000.00**	**100.00**		

Fuente: Elaboración propia.

GRÁFICO 3.3 Granulometría del agregado grueso "Muestra 03".



Fuente: Elaboración propia.

M3	TM	TMN	MF
	1"	3/4"	6.64

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

TMN promedio = 3/4"
Módulo de Fineza promedio = 6.65

3.1.4. Ensayo de Contenido de Humedad:

CUADRO 3.3 Norma MTC E215 "Ensayo para contenido de humedad total de los agregados por secado".

OBJETO	Establecer procedimientos para determinar el porcentaje total de humedad evaporable en una muestra de agregado grueso por secado.
REFERENCIAS NORMATIVAS	- NTP 339.185: Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado.
EQUIPO	- Balanza: Con sensibilidad al 0,1 % del peso de prueba en cualquier punto dentro del rango de uso. - Fuente de calor: Un horno ventilado capaz de mantener la temperatura alrededor de la muestra 110ºC ± 5ºC. - Recipiente para la muestra: Un envase que no sea afectado por el calor y con suficiente capacidad para contener la muestra sin peligro de derramarse. - Bandejas, espátulas, cucharas, guantes.
PROCEDIMIENTO	1. Obtención de la muestra por el método de cuarteo (Tabla 3.5). 2. Determinar la masa de la muestra con una precisión del 0,1 %. 3. Secar la muestra en el recipiente por medio de la fuente de calor elegida, teniendo cuidado de evitar la pérdida de ninguna partícula (24 horas). 4. Determinar la masa de la muestra seca con una aproximación de 0,1 % después que se haya secado y enfriado lo suficiente para no dañar la balanza.

Fuente: (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 05-2016, pág. 361).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

TABLA 3.5 Tamaño de la muestra de agregado.

TMN del agregado mm (pulg)	Masa mín. de la muestra de agregado de peso normal en kg.
4.75 (0.187) (N°4)	0.5
9.5 (3/8)	1.5
12.5 (1/2)	2.0
19.0 (3/4)	3.0
25.0 (1)	4.0
37.5 (1 1/2)	6.0
50.0 (2)	8.0
63.0 (2 1/2)	10.0
75.0 (3)	13.0
100.0 (4)	25.0
150.0 (6)	50.0

Fuente: (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 05-2016, pág. 362).

CÁLCULOS E INFORME

$$\%H = \frac{P_m - P_{ms}}{P_{ms}} \times 100$$

(EC. 3.1)

%H = Contenido de humedad de la muestra (%)

P_m = Peso de la muestra (g)

P_{ms} = Peso de la muestra seca (g)

P_b = Peso de la bandeja (g)

P_{b+m} = Peso de la bandeja + muestra (g)

P_{b+ms} = Peso de la bandeja + muestra seca (g)



FIGURA 3.2 Contenido de humedad del agregado grueso

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

TABLA 3.6 Contenido de humedad (%) del agregado grueso.

MUESTRA	Pb+m	Pb	Pm	Pb+ms	Pms	%H
Muestra 1	4405.00	405.00	4000.00	4400.00	3995.00	0.13
Muestra 2	4045.00	545.00	3500.00	4035.00	3490.00	0.29
Muestra 3	4990.00	490.00	4500.00	4980.00	4490.00	0.22

Fuente: Elaboración propia.

% Contenido de Humedad promedio = 0.21%

3.1.5. Ensayo de Peso Específico y Absorción:

CUADRO 3.4 Norma MTC E206 "Peso específico y Absorción de Agregados Gruesos".

OBJETO	Establecer un procedimiento para determinar el peso específico seco, el peso específico saturado con superficie seca, el peso específico aparente y la absorción (después de 24 horas) del agregado grueso. El peso específico saturado con superficie seca y la absorción están basadas en agregados remojados en agua después de 24 horas.
REFERENCIAS NORMATIVAS	- NTP 400.021: Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso.
EQUIPO	- Balanza: Sensible a 0,5 g y con capacidad de 5000 g ó más. La balanza estará equipada con un dispositivo capaz de suspender la muestra en la cesta con malla de alambre en el recipiente con agua desde el centro de la plataforma de pesado. - Cesta con malla de alambre: Con abertura correspondiente al tamiz Nº 6 o abertura menor, también se puede utilizar un recipiente de aproximadamente igual ancho y altura con capacidad de 4 a 7 L para tamaños máximos nominales de 37,5 mm (1 ½ pulg) o menores, y un cesto más grande como sea necesario para ensayar agregados con tamaños máximos mayores. - Depósito de agua: Un depósito estanco adecuado para sumergir la cesta de alambre en el agua y un dispositivo para suspenderla del centro de la escala de la balanza. - Tamices: Un tamiz normalizado de 4,75 mm (Nº 4) o de otros tamaños como sean necesarios, de acuerdo a la N.T.P. 350.001. - Estufa: Una estufa capaz de mantener una temperatura de 110 ± 5 °C. - Espátulas, bandejas, franela, guantes.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

PROCEDIMIENTO	1. Obtención de la muestra por el método de cuarteo (Tabla 3.7). 2. Secar la muestra a peso constante, a una temperatura de 110 °C ± 5 °C, ventilar en lugar fresco a temperatura ambiente de 1 a 3 horas. hasta que el agregado haya enfriado a una temperatura que sea cómoda al tacto. Inmediatamente sumergir el agregado en agua a una temperatura ambiente por un período de 24 h ± 4 h. 3. Remover la muestra del agua y hacerla rodar sobre un paño grande y absorbente, hasta hacer desaparecer toda película de agua visible, aunque la superficie de las partículas aún parezca húmeda. 4. Se obtiene el peso de la muestra bajo la condición de saturación con superficie seca. Se determina éste y todos los demás pesos con aproximación de 0,5 g o al 0,05% del peso de la muestra, la que sea mayor. 5. Después de pesar, se coloca de inmediato la muestra saturada con superficie seca en la cesta de alambre y se determina su peso en agua. Tener cuidado de remover todo el aire atrapado antes del pesado sacudiendo el recipiente mientras se sumerge. 6. Secar la muestra hasta peso constante, a una temperatura entre 100°C + 5°C y se deja enfriar sea cómoda al tacto (aproximadamente 50 °C) y se pesa.

Fuente: (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 05-2016, pág. 312).

TABLA 3.7 Peso mínimo de la muestra de ensayo.

TMN mm (pulg)	Peso mín. de la muestra de ensayo kg (lb)
12.5 (1/2) o menos	2 (4.4)
19.0 (3/4)	3 (6.6)
25.0 (1)	4 (8.8)
37.5 (1 1/2)	5 (11)
50.0 (2)	8 (18)
63.0 (2 1/2)	12 (26)
75.0 (3)	18 (40)
100.0 (4)	40 (88)
125.0 (5)	75 (165)
150.0 (6)	125 (276)

Fuente: (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 05-2016, pág. 313).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

CÁLCULOS E INFORME

A = Peso de la muestra seca (g).

B = Peso de la muestra saturada superficialmente seca (g).

C = Peso de la muestra sumergida (g).

Peso específico (densidad) de masa:

$$\mathbf{P.E._{masa}} = \frac{\mathbf{A}}{\mathbf{B - C}}$$

(EC. 3.2)

Peso específico (densidad) saturado con superficie seca:

$$\mathbf{P.E._{SSS}} = \frac{\mathbf{B}}{\mathbf{B - C}}$$

(EC. 3.3)

Peso específico (densidad) aparente:

$$\mathbf{P.E._{ap}} = \frac{\mathbf{A}}{\mathbf{A - C}}$$

(EC. 3.4)

Absorción:

$$\mathbf{\%\ Abs} = \frac{\mathbf{B - A}}{\mathbf{A}} \times \mathbf{100}$$

(EC. 3.5)



FIGURA 3.3 Peso específico y absorción del agregado grueso

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

TABLA 3.8 Peso específico y absorción del agregado grueso.

DESCRIPCIÓN	UND	M-1	M-2	M-3
PESO SECO (A)	g	3965.00	3365.00	3975.00
PESO SUPERFICIALMENTE SECO (B)	g	3993.00	3400.00	4000.00
PESO SUMERGIDO (C)	g	2538.00	2153.00	2545.00
PESO ESPECÍFICO MASA (Pem)	g/cm^3	2.73	2.70	2.73
PESO ESPECÍFICO SATURADO (Pesss)	g/cm^3	2.74	2.73	2.75
PESO ESPECÍFICO APARENTE (Pea)	g/cm^3	2.78	2.78	2.78
ABSORCIÓN (% Abs)	%	0.71	1.04	0.63

Fuente: Elaboración propia.

Peso Específico de masa promedio = 2.719 g/cm³

% Absorción promedio = 0.79%

3.1.6. Ensayo de Peso Unitario Suelto y Compactado:

CUADRO 3.5 Norma MTC E203 "Peso Unitario y Vacíos de los Agregados".

OBJETO	Determinar el peso unitario suelto o compactado de los agregados gruesos.
REFERENCIAS NORMATIVAS	- NTP 400.017: Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados.
EQUIPO	- Balanza: con una exactitud de 0,1% con respecto al peso del material usado. - Recipiente de medida, metálico, cilíndrico, preferiblemente provisto de agarraderas, a prueba de agua, con el fondo y borde superior pulido, plano y suficientemente rígido, para no deformarse bajo condiciones duras de trabajo. La capacidad del recipiente utilizado en el ensayo, depende del tamaño máximo de las partículas del agregado a ensayar (Tabla 3.9). - Varilla compactadora, de acero, cilíndrica, de 16 mm (5/8") de diámetro, con una longitud aproximada de 600 mm (24"). Un extremo debe ser semiesférico y de 8 mm de radio (5 /16"). - Pala de mano: una pala o cucharón de suficiente capacidad para llenar el recipiente con el agregado.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

PROCEDIMIENTO	1. Obtención de la muestra por el método de cuarteo. PESO UNITARIO SUELTO El recipiente de medida se llena con una pala o cuchara, que descarga el agregado desde una altura no mayor de 50 mm (2") hasta que rebose el recipiente. Eliminar el agregado sobrante con una regla. Determinar el peso del recipiente de medida más el contenido y el peso del recipiente, registrar los pesos con aproximación de 0,05 kg (0,1 lb). PESO UNITARIO COMPACTADO Llenar la tercera parte del recipiente con el agregado, y emparejar la superficie con los dedos. Apisonar la capa de agregado con 25 golpes de la varilla distribuidos uniformemente, utilizando el extremo semiesférico de la varilla. Llenar las 2/3 partes del recipiente, volviendo a emparejar la superficie y apisonar como anteriormente se describe. Finalmente llenar el recipiente hasta colmarlo y apisonar otra vez de la manera antes mencionada. Al apisonar la primera capa, evitar que la varilla golpee el fondo del recipiente. Al apisonar las capas superiores, aplicar la fuerza necesaria para que la varilla atraviese solamente la respectiva capa. Una vez colmado el recipiente, enrasar la superficie con la varilla, usándola como regla, determinar el peso del recipiente lleno y peso del recipiente solo, y registrar pesos con aproximación de 0,05 kg (0,1 lb).

Fuente: (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 05-2016, pág. 298).

TABLA 3.9 Capacidad de recipientes de medida.

TMN del Agregado		Capacidad de recipiente de medida	
mm	**pulg**	**L (m^3)**	**Pie^3**
12.5	1/2	2.8 (0.0028)	1/10
25.0	1	9.3 (0.0093)	1/3
37.5	1 1/2	14.0 (0.014)	1/2
75.0	3	28.0 (0.028)	1
112.0	4 1/2	70.0 (0.070)	2 1/2
150.0	6	100.0 (0.100)	3 1/2

Fuente: (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 05-2016, pág. 301).

CÁLCULOS E INFORME

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Peso Unitario Suelto (P.U.S.):

$$\mathbf{P.U.S} = \frac{\mathbf{P_{mu}suelta}}{\mathbf{V}}$$

(EC. 3.6)

Peso Unitario Compactado (P.U.C.):

$$\mathbf{P.U.A} = \frac{\mathbf{P_{mu}compactada}}{\mathbf{V}}$$

(EC. 3.7)

P_{mu} = Peso de la muestra (kg).

V = Volumen de la muestra (m^3).



FIGURA 3.4 Peso unitario suelto y compactado del agregado grueso.

TABLA 3.10 Peso unitario suelto y compactado del agregado grueso.

PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO GRUESO			
	M-1	**M-2**	**M-3**
Pmu + r (kg)	18.76	18.71	18.88
Pr (kg)	5.20	5.20	5.20
Pmu (kg)	13.56	13.51	13.68
Vol. (m^3)	0.00946	0.00946	0.00946
P.U.S. (kg/m^3)	1432.148	1426.865	1445.355

PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO GRUESO			
	M-1	**M-2**	**M-3**
Pmu + r (kg)	20.72	20.75	20.95
Pr (kg)	5.20	5.20	5.20
Pmu (kg)	15.52	15.55	15.75
Vol. (m^3)	0.00946	0.00946	0.00946
P.U.C. (kg/m^3)	1639.231	1642.929	1663.531

Fuente: Elaboración propia.

P.U. Suelto promedio = 1435 kg/m³

P.U. Compactado promedio = 1649 kg/m³

3.1.7. Ensayo de Abrasión Los Ángeles:

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

CUADRO 3.6 Norma MTC E207 "Abrasión Los Ángeles al desgaste de los agregados de tamaños menores de 37.5 mm (1 1/2").

OBJETO	Establecer el procedimiento para ensayar agregados gruesos de tamaños menores que 37,5 mm (1 ½") para determinar la resistencia a la degradación utilizando la Máquina de Los Ángeles.
REFERENCIAS NORMATIVAS	- NTP 400.019: Agregados. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la degradación en agregados gruesos de tamaños menores por Abrasión e Impacto en la Máquina de Los Ángeles.
EQUIPO	- Máquina de Los Ángeles: La máquina consistirá en un cilindro hueco de acero, cerrado en ambos extremos, con un diámetro interior de 711 mm ± 5 mm (28 pulg ± 0,2 pulg) y una longitud interior de 508 mm ± 5 mm (20 pulg ± 0,2 pulg). El cilindro será montado sobre ejes salientes de sus costados, no pasantes, de tal manera que pueda rotar con el eje en posición horizontal, con una tolerancia en la inclinación de 1 en 100. El cilindro debe tener una abertura para la introducción de la muestra de ensayo, la misma que tendrá una cubierta hermética. - Tamices: Conforme con la NTP 350.001. - Balanza: Una balanza o báscula con exactitud al 0,1 % de la carga de ensayo sobre el rango requerido para este ensayo. - Carga: La carga consistirá en esferas de acero de aproximadamente 46,8 mm (1 27/32 pulg) de diámetro y cada una tendrá una masa entre 390 g y 445 g.
PROCEDIMIENTO	1. Obtención de la muestra por el método de cuarteo. 2. Colocar la muestra de ensayo y la carga en la máquina de Los Ángeles y rotarla a una velocidad entre 30 rpm a 33rpm, por 500 revoluciones. Luego del número prescrito de revoluciones, descargar el material de la máquina y realizar una separación preliminar de la muestra, sobre el tamiz normalizado de 1,70 mm (Nº 12). Lavar el material más grueso que la malla de 1,70 mm y secar al horno a 110 ± 5 °C, hasta peso constante y determinar la masa con una aproximación a 1 g.

Fuente: (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 05-2016, pág. 315).

CÁLCULOS E INFORME

Calcular la perdida (diferencia entre la masa inicial y final de la muestra) como un porcentaje de la masa original de la muestra de ensayo.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

$$\%_{\text{desgaste}} = \frac{(P_a - P_b)}{P_a}$$

(EC. 3.8)

P_a = Masa de la muestra seca antes del ensayo (g).

P_b = Masa de la muestra seca después del ensayo (g), lavada y retenido sobre el tamiz 1.70 mm (N° 12).

TABLA 3.11 Carga abrasiva para el ensayo de abrasión a los ángeles.

GRADACIÓN	NÚMERO DE ESFERAS	MASA DE LA CARGA (g)
A	12	5000 ± 25
B	11	4584 ± 25
C	8	3300 ± 25
D	6	2500 ± 25

Fuente: (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 05-2016, pág. 316).

TABLA 3.12 Gradación de las muestras de ensayo para abrasión a Los Ángeles.

MEDIDA DEL TAMIZ (Abertura cuadrada)		MASA DE TAMAÑO INDICADO, g.			
QUE PASA	RETENIDO SOBRE	GRADACIÓN			
		A	B	C	D
37.5 mm (1 1/2")	25.0 mm (1")	1250±25	--	--	--
25.0 mm (1")	19.0 mm (3/4")	1250±25	--	--	--
19.0 mm (3/4")	12.5 mm (1/2")	1250±25	2500±10	--	--
12.5 mm (1/2")	9.5 mm (3/8")	1250±25	2500±10	--	--
9.5 mm (3/8")	6.3 mm (1/4")	--	--	2500±10	--
6.3 mm (1/4")	4.75 mm (N° 4)	--	--	2500±10	--
4.75 mm (N° 4)	2.36 mm (N° 8)	--	--	--	5000
TOTAL		5000±10	5000±10	5000±10	5000±10

Fuente: (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 05-2016, pág. 316).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA



FIGURA 3.5 Abrasión a Los Ángeles del agregado grueso.

TABLA 3.13 Abrasión a los ángeles del agregado grueso.

Descripción	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
Agregado limpio, lavado y secado al horno antes de someterlo a abrasión (g)	5000	5000	5000
Agregado retenido en el tamiz N° 12, lavado y secado al horno después de someterlo a abrasión (g)	4160	4052	4209
PORCENTAJE DE DESGASTE %	**16.80**	**18.96**	**15.82**

Fuente: Elaboración propia.

% Abrasión promedio = 17.19%

3.2. AGREGADO FINO:

3.2.1. Definición:

"Se considera como agregados finos a la arena o piedra natural finamente triturada, de dimensiones reducidas y que pasa el tamiz 9.5 mm (3/8"). Las arenas provienen de la desintegración natural de las rocas; y que arrastrados por corrientes aéreas o fluviales se acumulan en lugares determinados".

(Abanto Castillo, pág. 23)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

3.2.2. Características del Agregado:

CUADRO 3.7 Agregado fino empleado en la investigación.

TIPO	ARENA
PROCEDENCIA	CANTERA "LA PODEROSA"
	

Fuente: Elaboración propia.

Para la presente investigación, se obtuvo el promedio de tres (03) ensayos de muestras en laboratorio por cada propiedad del Agregado Fino a evaluar.

3.2.3. Ensayo de Análisis Granulométrico:

CUADRO 3.8 Norma MTC E204 "Análisis granulométrico del Agregado Fino".

OBJETO	Determinar por medio de una serie de tamices de abertura cuadrada la distribución de partículas de agregado fino en una muestra seca de peso conocido.
REFERENCIAS NORMATIVAS	- NTP 400.012: Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global. - ASTM C136-96a: Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates. - AASHTO T37: This method of test covers the sieve analysis of mineral fillers.
EQUIPO	- Balanza: con aproximación a 0,1 g y exactitud a 0,1% del peso de la muestra a ser ensayada. - Estufa: de tamaño adecuado y capaz de mantener una temperatura uniforme de 110 ± 5 °C.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

	- Tamices: tamices seleccionados de acuerdo con las especificaciones del material que va a ser ensayado. *(3/8" – N°4 – N°8 – N°16 - N°30 – N°50 – N°100 – N°200 – Fondo)* - Bandejas, cucharas, espátulas, guantes.
PROCEDIMIENTO	1. Obtención de la muestra por el método de cuarteo. 2. Secar la muestra a temperatura de 110 ± 5°C, hasta obtener peso constante (la cantidad de muestra de agregado fino, después de secado, debe ser de 300 g. mínimo). 3. Seleccionar la serie de tamices de tamaños adecuados para cumplir con las especificaciones del material a ensayar. 4. Encajar los tamices en orden decreciente, por tamaño de abertura, y colocar la muestra sobre el tamiz superior. Efectuar el tamizado de forma manual o por medio de un tamizador mecánico, durante un período adecuado (aprox. 3 min). 5. Determinar el peso de la muestra retenido en cada tamiz, con una balanza. El peso total del material después del tamizado, debe ser verificado con el peso original de la muestra ensayada.

Fuente: (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 05-2016, pág. 303).

CÁLCULOS E INFORME

Calcular el porcentaje que pasa, porcentaje total retenido, o porcentaje sobre cada tamiz con aproximación de 0,1% sobre la base del peso total de la muestra inicial seca.



FIGURA 3.6 Granulometría del agregado fino.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

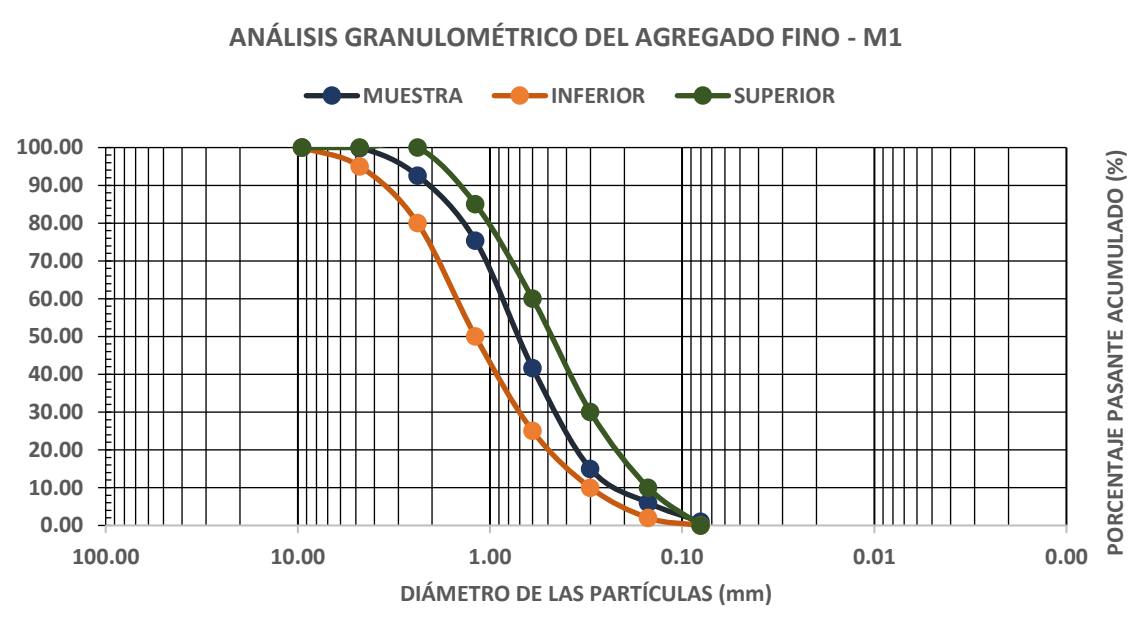
Muestra 1.

TABLA 3.14 Granulometría del agregado fino "Muestra 01".

TAMIZ	DIÁMETRO (mm)	Peso Retenido (g)	Porcentaje Retenido (%)	Porcentaje Retenido Acumulado (g)	Porcentaje Pasante Acumulado (g)
3/8"	9.5	0.00	0.00	0.00	100.00
#4	4.75	2.50	0.13	0.13	99.87
#8	2.38	244.40	12.33	12.46	87.54
#16	1.19	491.20	24.78	37.23	62.77
#30	0.6	488.50	24.64	61.88	38.12
#50	0.3	368.40	18.58	80.46	19.54
#100	0.15	198.50	10.01	90.48	9.52
#200	0.08	99.90	5.04	95.52	4.48
Fondo	fondo	88.90	4.48	100.00	0.00
Total		**1982.30**	**100.00**		

Fuente: Elaboración propia.

GRÁFICO 3.4 Granulometría del agregado fino "Muestra 01".



Fuente: Elaboración propia.

M1	TM	TMN	MF
	--	--	2.70

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

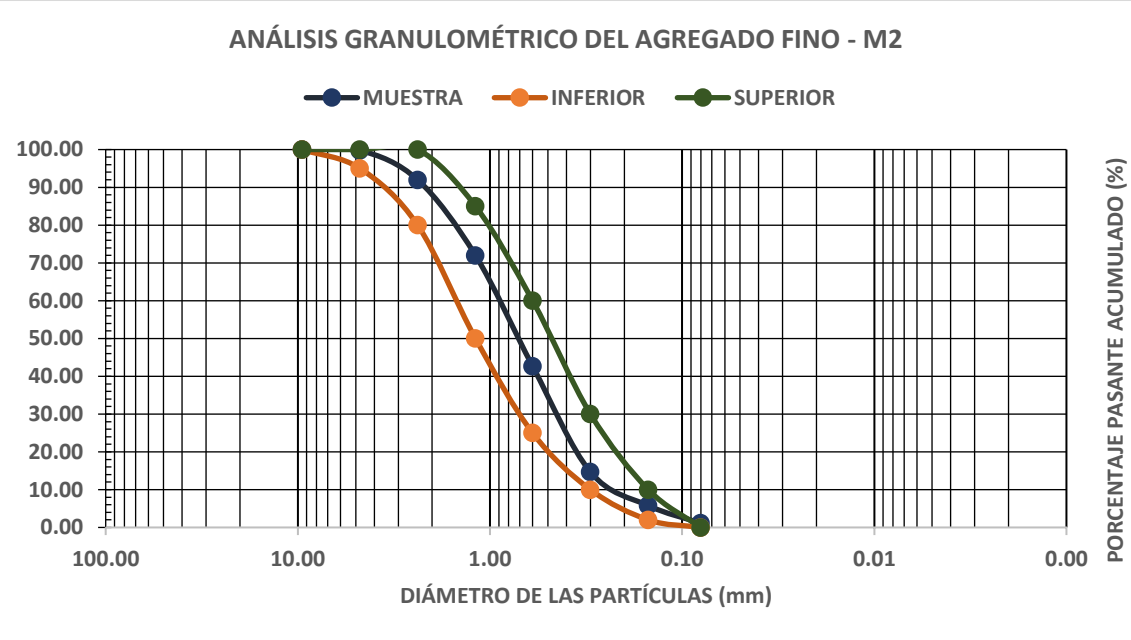
Muestra 2.

TABLA 3.15 Granulometría del agregado fino "Muestra 02".

TAMIZ	DIÁMETRO (mm)	Peso Retenido (g)	Porcentaje Retenido (%)	Porcentaje Retenido Acumulado (g)	Porcentaje Pasante Acumulado (g)
3/8"	9.5	0.00	0.00	0.00	100.00
#4	4.75	5.00	0.22	0.22	99.78
#8	2.38	275.00	12.22	12.44	87.56
#16	1.19	530.00	23.56	36.00	64.00
#30	0.6	585.00	26.00	62.00	38.00
#50	0.3	425.00	18.89	80.89	19.11
#100	0.15	200.00	8.89	89.78	10.22
#200	0.08	140.00	6.22	96.00	4.00
Fondo	fondo	90.00	4.00	100.00	0.00
Total		**2250.00**	**100.00**		

Fuente: Elaboración propia.

GRÁFICO 3.5 Granulometría del agregado fino "Muestra 02".



Fuente: Elaboración propia.

M2	TM	TMN	MF
	--	--	2.73

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

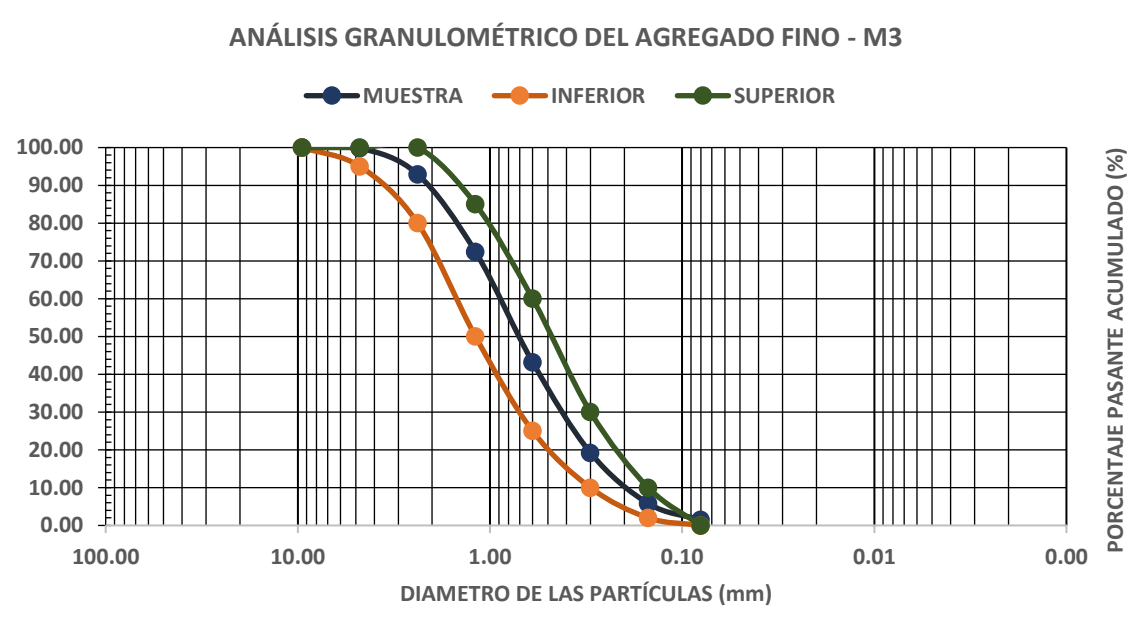
Muestra 3.

TABLA 3.16 Granulometría del agregado fino "Muestra 03".

TAMIZ	DIÁMETRO (mm)	Peso Retenido (g)	Porcentaje Retenido (%)	Porcentaje Retenido Acumulado (g)	Porcentaje Pasante Acumulado (g)
3/8"	9.5	0.00	0.00	0.00	100.00
#4	4.75	5.00	0.18	0.18	99.82
#8	2.38	290.00	10.53	10.71	89.29
#16	1.19	615.00	22.32	33.03	66.97
#30	0.6	745.00	27.04	60.07	39.93
#50	0.3	540.00	19.60	79.67	20.33
#100	0.15	240.00	8.71	88.38	11.62
#200	0.08	220.00	7.99	96.37	3.63
Fondo	fondo	100.00	3.63	100.00	0.00
Total		**2755.00**	**100.00**		

Fuente: Elaboración propia.

GRÁFICO 3.6 Granulometría del agregado fino "Muestra 03".



Fuente: Elaboración propia.

M3	TM	TMN	MF
	--	--	2.67

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Módulo de Fineza promedio = 2.70

3.2.4. Ensayo de Contenido de Humedad:

CUADRO 3.9 Norma MTC E215 "Ensayo para contenido de humedad total de los agregados por secado".

NORMA MTC E-215	
OBJETO	Establecer procedimientos para determinar el porcentaje total de humedad evaporable en una muestra de agregado fino por secado.
REFERENCIAS NORMATIVAS	- NTP 339.185: Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado.
EQUIPO	- Balanza: Con sensibilidad al 0,1 % del peso de prueba en cualquier punto dentro del rango de uso. - Fuente de calor: Un horno ventilado capaz de mantener la temperatura alrededor de la muestra 110 °C ± 5 °C. - Recipiente para la muestra: Un envase que no sea afectado por el calor y con suficiente capacidad para contener la muestra sin peligro de derramarse. - La muestra debe ser 500 g. mínimo. - Bandejas, espátulas, cucharas, guantes.
PROCEDIMIENTO	1. Obtención de la muestra por el método de cuarteo. 2. Determinar la masa de la muestra con una precisión del 0,1 %. 3. Secar la muestra en el recipiente por medio de la fuente de calor elegida, teniendo cuidado de evitar la pérdida de ninguna partícula (24 horas). 4. Determinar la masa de la muestra seca con una aproximación de 0,1 % después que se haya secado y enfriado lo suficiente para no dañar la balanza.

Fuente: (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 05-2016, pág. 361).

CÁLCULOS E INFORME

$$\%\mathbf{H} = \frac{\mathbf{P_m} - \mathbf{P_{ms}}}{\mathbf{P_{ms}}} \times \mathbf{100}$$

(EC. 3.9)

%H = Contenido de humedad de la muestra (%).

P_m = Peso de la muestra (g).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

P_{ms} = Peso de la muestra seca (g).

P_b = Peso de la bandeja (g).

P_{b+m} = Peso de la bandeja + muestra (g).

P_{b+ms} = Peso de la bandeja + muestra seca (g).



FIGURA 3.7 Contenido de humedad del agregado fino.

TABLA 3.17 Contenido de humedad (%) del agregado fino.

MUESTRA	Pb+m	Pb	Pm	Pb+ms	Pms	%H
Muestra 1	1245.00	245.00	1000.00	1240.00	995.00	0.50
Muestra 2	1160.00	160.00	1000.00	1150.00	990.00	1.01
Muestra 3	1495.00	495.00	1000.00	1485.00	990.00	1.01

Fuente: Elaboración propia.

% Contenido de Humedad promedio = 0.84%

3.2.5. Ensayo de Peso Específico y Absorción:

CUADRO 3.10 Norma MTC E205 "Gravedad específica y Absorción de Agregados Finos"

OBJETO	Determinar el peso específico seco, peso específico saturado con superficie seca, el peso específico aparente y la absorción después de 24 horas de sumergido en agua el agregado fino.
REFERENCIAS NORMATIVAS	- NTP 400.022: Peso específico y absorción del agregado fino.
EQUIPO	- Balanza: Sensible a 0,1 g y con capacidad de 1000 g ó más. - Estufa: Una estufa capaz de mantener una temperatura de 110 ± 5 °C.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

	- Molde cónico, metálico de 40 ± 3 mm de diámetro interior en su base menor, 90 ± 3 mm de diámetro interior en una base mayor y 75 ± 3 mm de altura. - Varilla para apisonado, metálica, recta, con un peso de 340 ± 15 g y terminada en un extremo en una superficie circular plana para el apisonado, de 25 ± 3 mm de diámetro. - Frasco volumétrico de 500 cm^3 de capacidad (Probeta graduada). - Espátulas, bandejas, Pala de mano, Cucharón, guantes.
PROCEDIMIENTO	1. Obtención de la muestra por el método de cuarteo y obtener un espécimen de ensayo de aproximadamente 1 kg. 2. Dejar la muestra saturando entre 20 – 24 horas en un recipiente. 3. Extender la muestra en una bandeja y moverla en forma constante al aire, buscando el secado de la arena según indica la norma, pero para efectos más prácticos se usará la estufa para lograr un mejor resultado. 4.Para obtener el estado SSS, realizar la prueba del cono, el cual consiste en introducir el agregado fino con mucho cuidado dentro del cono volteado y con la barra compactadora proporcionarle 25 golpes como indica la norma desde una altura pequeña. a. Si el agregado no se derrumba y se queda en forma del cono, la muestra sigue húmeda. b. Si el agregado se desploma al sacar del cono, la muestra está seca. c. Si el agregado, queda en forma de un volcán (que solo se desplome una parte de la forma del cono), la muestra está saturada superficialmente seco. 5. Separar una muestra de 500 g. en estado SSS. 6. Pesar la probeta que se usará en el ensayo. 7. Para eliminar las burbujas que se producen por los vacíos del agregado, se deberá agitar la probeta para saturar todo el agregado, posteriormente se dejará reposar toda la muestra en la probeta entre 15 a 20 mín. 8. Determinar el peso total de la probeta + agua + muestra. 9. Eliminar el agua y llevar la muestra al horno, dejarla por 24 horas. 10. Retirar del horno, hacer enfriar la muestra por espacio de 1 hora y tomar el peso seco de la muestra.

Fuente: (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 05-2016, pág. 310).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

CÁLCULOS E INFORME

Peso específico de masa (Pe_m):

$$\mathbf{Pe_m = \frac{W_O}{(V - V_a)}}$$

(EC. 3.10)

Donde :

P_{em} = Peso específico de masa (g/cm^3).

W_o = Peso de la muestra secada en el horno (g).

V = Volumen del frasco en (cm^3).

V_a = Peso del agua añadida (cm^3).

Peso específico de masa saturado con superficie seca (P_{esss}) :

$$\mathbf{P_{esss} = \frac{500}{(V - V_a)}}$$

(EC. 3.11)

Peso específico aparente (P_{ea}):

$$\mathbf{P_{ea} = \frac{W_O}{(V - V_a) - (500 - W_O)}}$$

(EC. 3.12)

Absorción (A_b):

$$\mathbf{A_b = \frac{500 - W_O}{W_O} \times 100\%}$$

(EC. 3.13)



FIGURA 3.8 Obtención de muestra superficialmente seca del agregado fino.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

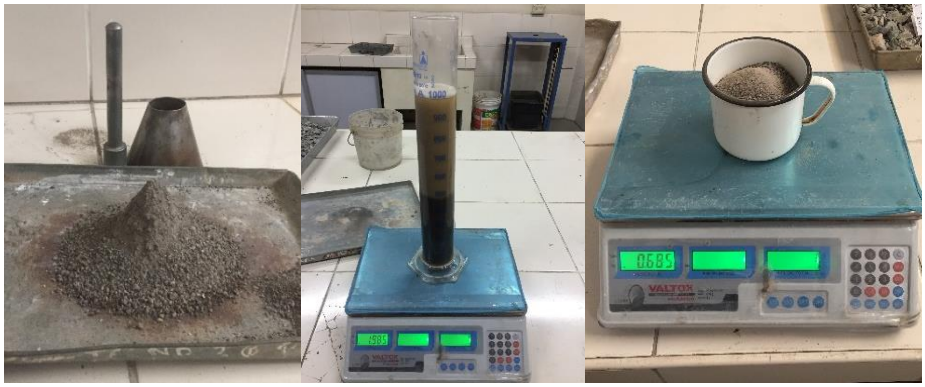


FIGURA 3.9 Peso específico y absorción del agregado fino.

TABLA 3.18 Peso específico y absorción del agregado fino.

DESCRIPCIÓN	UND	M-1	M-2	M-3
Peso muestra saturada superficialmente seca Wsss	g	800.00	700.00	900.00
Peso probeta + arena Wfa	g	1355.00	1255.00	1455.00
Peso de la probeta + arena + agua añadida Wfaw	g	1800.00	1985.00	2090.00
Peso muestra seca, Ws Wo	g	780.00	685.00	890.00
Peso agua añadida Va	g	445.00	730.00	635.00
Volumen del frasco en cm^3 V	cm^3	1000.00	1000.00	1000.00
Peso específico masa Pem	g/cm^3	1.41	2.54	2.44
Peso específico saturado superficialmente seco Pesss	g/cm^3	0.90	1.85	1.37
Peso específico aparente Pea	g/cm^3	1.46	2.69	2.51
Absorción Abs	%	2.56	2.19	1.12

Fuente: Elaboración propia.

Peso Específico de masa promedio = 2.127 g/cm³

% Absorción promedio = 1.96%

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

3.2.6. Ensayo de Peso Unitario Suelto y Compactado:

CUADRO 3.11 Norma MTC E203 "Peso Unitario y Vacíos de los Agregados".

OBJETO	Determinar el peso unitario suelto o compactado de los agregados finos.
REFERENCIAS NORMATIVAS	- NTP 400.017: Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados.
EQUIPO	- Balanza: con una exactitud de 0,1% con respecto al peso del material usado. - Recipiente de medida, metálico, cilíndrico, preferiblemente provisto de agarraderas, a prueba de agua, con el fondo y borde superior pulido, plano y suficientemente rígido, para no deformarse bajo condiciones duras de trabajo. - Para el caso del agregado fino se necesita un recipiente cilíndrico con una capacidad de 1/10 pie^3. - Varilla compactadora, de acero, cilíndrica, de 16 mm (5/8") de diámetro, con una longitud aproximada de 600 mm (24"). Un extremo debe ser semiesférico y de 8 mm de radio (5 /16"). - Pala de mano: una pala o cucharón de suficiente capacidad para llenar el recipiente con el agregado.
PROCEDIMIENTO	Obtención de la muestra por el método de cuarteo. PESO UNITARIO SUELTO El recipiente de medida se llena con una pala o cuchara, que descarga el agregado desde una altura no mayor de 50 mm (2") hasta que rebose el recipiente. Eliminar el agregado sobrante con una regla. Determinar el peso del recipiente de medida más el contenido y el peso del recipiente, registrar los pesos con aproximación de 0,05 kg (0,1 lb). PESO UNITARIO COMPACTADO Llenar la tercera parte del recipiente con el agregado, y emparejar la superficie con los dedos. Apisonar la capa de agregado con 25 golpes de la varilla distribuidos uniformemente, utilizando el extremo semiesférico de la varilla. Llenar las 2/3 partes del recipiente, volviendo a emparejar la superficie y apisonar como anteriormente se describe. Finalmente llenar el recipiente hasta colmarlo y apisonar otra vez de la manera antes mencionada. Al apisonar la primera capa, evitar que la varilla golpee el fondo del recipiente. Al apisonar las capas superiores,

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

	aplicar la fuerza necesaria para que la varilla atraviese solamente la respectiva capa. Una vez colmado el recipiente, enrasar la superficie con la varilla, usándola como regla, determinar el peso del recipiente lleno y peso del recipiente solo, y registrar pesos con aproximación de 0,05 kg (0,1 lb).

Fuente: (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 05-2016, pág. 298).

CÁLCULOS E INFORME

Peso Unitario Suelto (P.U.S.):

$$\mathbf{P.U.S} = \frac{\mathbf{P_{mu}suelta}}{\mathbf{V}}$$

(EC. 3.14)

Peso Unitario Compactado (P.U.C.):

$$\mathbf{P.U.A} = \frac{\mathbf{P_{mu}compactada}}{\mathbf{V}}$$

(EC. 3.15)

P_{mu} = Peso de la muestra (kg).

V = Volumen de la muestra (m^3).



FIGURA 3.10 Peso unitario suelto y compactado del agregado fino.

TABLA 3.19 Peso unitario suelto y compactado del agregado fino.

PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO FINO			
	M-1	**M-2**	**M-3**
Pmu + r (kg)	5.90	5.88	5.95
Pr (kg)	1.72	1.72	1.72

PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO FINO			
	M-1	**M-2**	**M-3**
Pmu + r (kg)	6.33	6.37	6.36
Pr (kg)	1.72	1.72	1.72

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Pmu (kg)	4.18	4.16	4.23
Vol. (m^3)	0.00283	0.00283	0.00283
P.U.S. (kg/m^3)	1474.67	1467.61	1494.10

Pmu (kg)	4.61	4.65	4.64
Vol. (m^3)	0.00283	0.00283	0.00283
P.U.S. (kg/m^3)	1626.55	1640.68	1637.15

Fuente: Elaboración propia.

P.U. Suelto promedio = 1479 kg/m³

P.U. Compactado promedio = 1635 kg/m³

3.2.7. Ensayo de Impurezas Orgánicas:

CUADRO 3.12 Norma MTC E213 "Ensayo para determinar cualitativamente las impurezas orgánicas en el agregado fino para concreto".

OBJETO	Determinar las impurezas orgánicas dañinas en el agregado fino que va a ser usado en concretos o morteros de cemento hidráulico.
REFERENCIAS NORMATIVAS	- NTP 400.024: AGREGADOS. Método de ensayo para determinar cualitativamente las impurezas orgánicas en el agregado fino para concreto.
EQUIPO	- Botellas graduadas: Botellas graduadas de vidrio incoloro, de aproximadamente 350 mL ó 470 mL de capacidad nominal, de aproximadamente sección ovalada, equipada con tapón impermeable. Las graduaciones de la botella serán en milímetros. - Nivel del agregado fino: 130 mL. - Nivel de solución NaOH: 200 mL.
PROCEDIMIENTO	1. La muestra de ensayo tendrá un peso de aproximadamente 450 g. 2. Llenar la botella graduada con aproximadamente 130 mL de la muestra del agregado fino a ser ensayado. Guardar el resto de la muestra por si deba ser utilizada luego. 3. Adicionar la solución de hidróxido de sodio hasta que el volumen del agregado fino y el líquido, alcance un volumen de aproximadamente 200 mL. 4. Tapar la botella, sacuda vigorosamente, y luego deje reposar por 24 horas. 5. Luego de 24 horas, Si el color del líquido sobrenadante es más oscuro que aquel del color de referencia de la Solución estándar o del vidrio patrón, el agregado fino bajo prueba será considerado como que

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

	posiblemente contiene impurezas orgánicas dañinas y deberán realizarse pruebas adicionales antes de aprobar el agregado fino para uso en concreto.

Fuente: (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 05-2016, pág. 350).

CUADRO 3.13 Contenido de Impurezas del Agregado Fino.

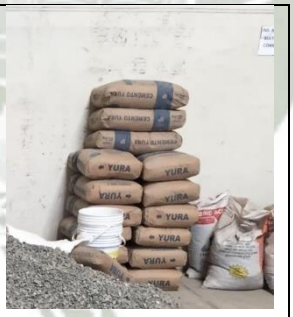


MUESTRA		MUESTRA		MUESTRA	
01	NO CONTIENE IMPUREZAS	**02**	NO CONTIENE IMPUREZAS	**03**	NO CONTIENE IMPUREZAS

Fuente: Elaboración propia.

3.3. CEMENTO:

CUADRO 3.14 Cemento empleado en la investigación

Cemento Portland Puzolánico	
Marca: Yura	
Tipo: IP	
Bolsa: 42.5 kg	
P.E.: 2.85 g/cm³	

Fuente: Elaboración propia.

3.3.1. Descripción:

Es un cemento colaborante con el medio ambiente, durante su produción se disminuye la emisión de CO_2, permitiendo la reducción de los gases con efecto invernadero.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Elaborado en base a Clinker de alta calidad, puzolana natural de origen volcánico de alta reactividad y yeso. Esta mezcla es molida industrialmente en molinos, obteniendose un alto grado de finura. Este proceso es regulado por la ISO 9001 y de gestión ambiental ISO 14001, buscando en todo momento un alto grado de calidad.

TABLA 3.20 Características técnicas del Cemento Portland IP.

REQUISITOS QUÍMICOS	**CEMENTO PORTLAND PUZOLÁNICO YURA TIPO IP**		**Requisitos Norma NTP 334.090 ASTM C-595**	
MgO (%)	1.6 - 3.1		6.00 Máx.	
SO3 (%)	1.8 - 2.6		4.00 Máx.	
Pérdida por ignición (%)	1.3 - 3.0		5.00 Máx.	
REQUISITOS QUÍMICOS	**CEMENTO PORTLAND PUZOLÁNICO YURA TIPO IP**		**Norma NTP 334.090 ASTM C-595**	
Peso Específico (g/cm³)	2.85		-	
Expansión en autoclave (%)	-0.09 - 0.05		0.80 Máx.	
Fraguado Vicat inicial (min)	190 - 250		45 Mín.	
Fraguado Vicat final (min)	230 - 295		420 Máx.	
REQUISITOS A LA COMPRESIÓN	**kgf/cm²**	**MPa**	**kgf/cm²**	**MPa**
1 días	90 - 110	8.8 - 10.7	-	-
3 días	185 - 210	18.1 - 20.5	133 Mín.	13
7 días	225 - 255	22.0 - 25.0	204 Mín.	20
28 días	310 - 340	30.4 - 33.3	255 Mín.	25
RESISTENCIA A LOS SULFATOS	**Cemento IP**			
% Expansión a los 14 días	0.018		-	

Fuente: (YURA S.A, 2016).

3.3.2. Propiedades:

CUADRO 3.15 Propiedades del Cemento Portland Yura IP.

1. Mayor resistencia a la compresión	La puzolana natural de origen volcánico, tiene mayor superficie espécifica interna en relación con otros tipos de puzolana, permiten que el cemento Yura IP desarrolle con el transcurrir del tiempo resistencias a la compresión mayores a los que brindan otros tipos de cementos.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

2. Resistencia al ataque de sulfatos y cloruros	El hidroxido de calcio, que se libera en la hidratación del cemento, reacciona con los sulfatos generando sulfato de calcio dihidratado que produce una expansión del 18% del sólido. Gracias a la acción de la puzolana de Yura para fijar este hidróxido de calcio liberado y su impermeabilidad, este cemento es resistente a los sulfatos.
3. Mayor impermeabilidad	Se obtiene un concreto menos permeable y se protege las barras de acero de la corrosión, gracias a la acción de producir mayor cantidad de silicatos cálcicos, debido a la reacción de los aluminosilicatos de la puzolana con los hidróxidos de calcio producidos en la hidratación del cemento, disminuyendo la porosidad capilar.
4. Disminuye la reacción nociva álcali - agregado	La puzolana de Yura remueve los álcalis de la pasta de cemento antes que estos puedan reaccionar con los agregados, evitando la fisuración del concreto debido a la reacción expansiva álcali-agregado, ante la presencia de agregados álcali reactivos.
5. Menor calor de hidratación	La reaccion quimica entre el hidróxido de calcio, liberado durante la hidratación del cemento, con el aluminato tricálcico (C_3A) presente en el cemento, produce gran calor de hidratación. Por ende la puzolana al estar en contacto con el hidróxido de calcio, inhibe está reacción, generando menor calor de hidratación, evitando contracciones y fisuraciones que afectan la calidad del concreto.

Fuente: (YURA S.A, 2016).

3.3.3. Almacenamiento:

- Almacenar en un ambiente seco, separado del suelo y de las paredes.
- Proteger de la humedad y corrientes de aire humedo.
- Para el caso de almacenamiento prolongado cubrir con con polietileno.
- No apilar mas de 10 bolsas.

3.3.4. Norma Técnica:

Norma técnica peruana NTP 334.090 (cemento portland puzolánico tipo IP).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

CUADRO 3.16 Normas Técnicas que cumple el Cemento Yura IP.

PAIS	NORMA		DENOMINACIÓN	
Perú	Norma Técnica Peruana	NTP 334.090	Cemento Portland Puzolánico	TIPO IP
Chile	Norma Chilena Oficial	NCh 148 Of68	Cemento Puzolánico	Grado Corriente
USA	Norma Americana	ASTM C595	Portland Pozzolan Cement	TYPE IP
Ecuador	Norma Técnica Ecuatoriana	NTE INEN 490	Cemento Portland Puzolánico	TIPO IP
Brasil	Norma Brasileña	NBR 5736	Cimento Portland Pozolânico	TIPO CP IV 32
Colombia	Norma Técnica Colombiana	NTC 121-321	Cemento Portland	TIPO 1

Fuente: (YURA S.A, 2016).

3.3.5. Duración:

En función a su fecha de produción, se recomienda que el cemento sea utilizado antes de 60 días de la fecha de envasado indicado en la bolsa. Posterior a esa fecha verificar la calidad del mismo.

3.4. AGUA:

"Se recomienda que el agua sea potable y que no tenga un pronunciado olor o sabor, para que pueda usarse como agua de mezclado o curado en el concreto o el mortero. Sin embargo, esto no es rigurosamente cierto, debido a que dentro del agua potable, se pueden encontrar disueltas, en altas concentraciones sales, cítricos o azúcares entre otros, que pueden ser perjudiciales para el concreto o el mortero. De otra parte, el agua que puede ser adecuada para el concreto o mortero no necesariamente debe ser buena para beber".

(ASOCRETO, 2010, pág. 5)

Según la norma tecnica peruana NTP 339.088 el agua debe cumplir los siguientes requisitos :

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

CUADRO 3.17 Límites permisibles de la NTP 339.088

CONTENIDO	LÍMITE PERMISIBLE (ppm máximo)
Sulfatos	600
Cloruros	1000

Fuente: NTP 339.088

El análisis físico-químico realizado por el Laboratorio de Ensayo y Control de Calidad de la Universidad Católica de Santa María para el Agua de mezcla usado en laboratorio arrojó los siguientes resultados:

CUADRO 3.18 Resultados del análisis de agua para el concreto.

ANÁLISIS	RESULTADO
Determinación de cloruros (mg/L) INTINTEC 214.021.1988, Método Argentométrico.	68.09
Determinación de sulfatos (mg/L) NTP 214.023.2000. Método turbidimétrico	126.15

Fuente: (Iglesias Valdivia & Yupanqui Quenta, 2016, pág. 387)

3.5. FIBRA SINTÉTICA:

3.5.1. Definición:

"Las fibras sintéticas se producen en base de polímeros termoplásticos tales como el polipropileno y polietileno, nylon y el poliéster. Donde el polipropileno y polietileno se usan en la producción de materiales compuestos cemento/mortero, aunque también se utilizan junto con el nylon y el poliéster en materiales geosintéticos. También resulta ser probable que las fibras sintéticas diseñadas química, mecánica y físicamente obtengan los requerimientos particulares para aplicaciones en la ingeniería geosintética".

(Miravete, 2002, pág. 28)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

La fibras sinteticas se usan como refuerzo distribuido en todo el espesor del elemento y orientado en cualquier direccion. Las fibras actuan como la malla electrosoldada y las varillas de refuerzo, incrementando la tenacidad del concreto y agregando al material capacidad de carga posterior al agrietamiento.

(Instituto mexicano del cemento y del concreto, A.C., 2008)

3.5.2. Usos:

En la busqueda de la combinacion del concreto convencional con fibras sinteticas, se elaboran materiales como el nylon, poliester, polietileno y polipropileno, que al ser incorporadas permiten disminuir las fisuras originadas por retracción plastica que surgen por el secado del concreto durante su estado plástico, ocacionado por los cambios de temperatura a los que puede estar expuesto. La fibra de polipropileno es de tipo monofilamento, no fibrilada, totalmente orientada, con un perfil que permite anclarla a la matriz cementicia.

(CEMEX, 2016)

3.5.3. Chema Fibra Ultrafina:

Las fibras sintéticas CHEMA FIBRA ULTRAFINA corresponden a una nueva generación de micro fibras de polipropileno para refuerzo secundario de concreto. Esta tecnología única combina un diámetro ultra fino y ultra alta resistencia.

Literalmente, ciento de millones de filamentos de las fibras sintéticas CHEMA FIBRA ULTRAFINA están en un m^3 de concreto. Esta red, constituida por filamentos de alta resistencia a la tensión y alto modulo, inhiben el agrietamiento del concreto a un nivel microscópico.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

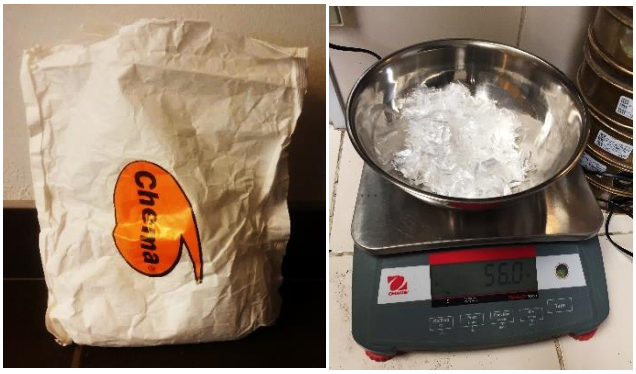


FIGURA 3.11 Fibra de polipropileno Chema Fibra Ultra Fina.

La habilidad de las fibras CHEMA FIBRA ULTRAFINA es de reducir el agrietamiento en las primeras 24 horas despúes de colocado el concreto, permiten una dramática reducción de la dosis recomendada, cuando se compara con otras fibras monofilamento del mercado.

Las fibras sintéticas CHEMA FIBRA ULTRAFINA brindad las siguientes ventajas en una mezcla de concreto o mortero:

- Excelente acabado.
- Distribución uniforme en la matriz.
- Virtualmente invisible en el concreto.
- Reduce la formación de grietas por contracción plástica, agrietamiento plástico y grietas por asentamiento en el concreto y migración de agua en exudación.
- Incrementa la resistencia al impacto (ASTM C544), la resistencia a la fracturación (ASTM C496) y abrasión (durabilidad de la superficie).
- Reduce la permeabilidad.
- Reduce el astillamiento causado por la explosión del concreto expuesto a fuego.

HOJA TÉCNICA DEL PROVEEDOR

Material	:	Polipropileno virgen 100%
Diseño	:	Monofilamento

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Diámetro	:	12 micrones (+1/-3 micrones)
Gravedad Específica	:	0.91 g/cm^3
Humedad	:	<2%
Módulo de elasticidad	:	5.5 GPa/800 ksi
Tenacidad	:	8.5 Cn/dtex/765 MPa/110 ksi
Resistencia a la tensión	:	110 ksi (765 MPa)
Elongación a la ruptura	:	<25%
Absorción de agua	:	cero
Resistencia química y alcalina	:	Excelente
Longitudes	:	12mm, 19mm y combinaciones
Rendimiento	:	300 g/m^3 de concreto o mortero
Presentación	:	Bolsa hidrosoluble de 300 g.

(CHEM MASTERS DEL PERU S.A., 2016)

3.6. FIBRA DE MAGUEY:

3.6.1. Definición:

"La cabuya o maguey es una planta habitual del Perú. Crece en toda la costa a excepción del cerro Chimbote y el cerro campana, en Trujillo. En la sierra va desde los 1450 hasta los 3000 msnm, esta planta se desarrolla en las regiones de la costa, yunga y quechua. La cabuya se encuentra distribuida desde américa central hasta américa del sur."

(Hurtado, 2008)

El cultivo de Maguey no requiere mucha demanda, puesto que sólo se tiene que plantar los hijuelos y la naturaleza se encargará del resto. El Maguey tiende a retener agua en sus hojas, las cuales las emplea para periodos severos de sequía.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

3.6.2. Usos:

- En la agricultura se emplea para conservar y retener el suelo, ya que se cultiva delimitando bordes o terrazas con el fin de evitar la erosión del suelo.
- En la medicina se emplea el "agua de miel" para curar las inflamaciones, gastritis, diabetes, cicatrizar heridas.
- A partir de la fibra del maguey, mediante la técnica del hilado, se puede confeccionar costales, bolsas, mantas, telas, tapetes.
- La fibra de maguey también se emplea para herramientas de trabajo como redes de pesca, sogas, cepillos, escobas.
- En la construcción, la fibra de maguey se emplea para amarrar armazones de madera; el quiote seco (tallo) es empleado para elaborar vigas para casas o en cercos perimétricos.

3.6.3. Recolección y obtención de la Fibra de Maguey:

Maguey del distrito de Pampacolca



FIGURA 3.12 Maguey empleado en la investigación.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

EQUIPOS:

- Protección visual (lentes).
- Protección de manos (guantes).
- Roladora manual.
- Balanza: con aproximación a 0,5 g y exactitud a 0,1% del peso de la muestra, con capacidad mínima de 30 kg.

MATERIALES:

- Lima plana sin filo de sección rectangular lados paralelos .
- Peine con cerdas de fierro.
- Trozo de madera.
- Base de madera de 1.20 m.
- Penca de maguey.
- Recipiente cilíndrico.
- Cuchillo de cocina grande, para realizar el corte respectivo.



FIGURA 3.13 Materiales empleados para la extracción de la fibra natural de Maguey.

METODOLOGÍA:

- Realizar el corte de la penca (hoja) con ayuda del cuchillo de cocina grande, se recomienda cortar la penca desde el origen de la misma 2 centímetros por encima de la base de la penca.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

- Realizar el pesado y despunte de cada penca extraída.
- Pasar las pencas de maguey por la roladora manual para romper la corteza de las hojas.
- Extender la penca sobre la base de madera.
- Realizar el machacado de la penca con un trozo de madera o con una comba.
- Retirar las partículas que cubren la fibra con ayuda de la lima plana sin filo en sus secciones.
- Realizar el cepillado de la fibra con el peine de cerdas de fierro, y al mismo tiempo retirando también todos los residuos que pueden quedar en la penca de maguey.
- Cuando la penca de maguey se encuentre limpia de residuos, proceder a realizar el lavado de la misma y luego sumergirla en un recipiente cilíndrico con agua durante 30 minutos.



FIGURA 3.14 Extracción de la fibra natural de Maguey.

- Después de transcurrir los 30 minutos, la fibra de maguey se pone a secar durante 4 horas.
- Realizar el desfibrado manual de cada muestra.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA



FIGURA 3.15 Secado y selección de la fibra natural de Maguey.

3.6.4. Longitud de la Fibra de Maguey:

La longitud de la fibra será determinada por la Ec. 3.16, para ello se realizaron ensayos a Flexión y Tracción a las muestras (03) de Fibra de Maguey extraídas.

CUADRO 3.19 Ensayo a flexión de la fibra de Maguey, realizado en el laboratorio del centro de producción de bienes y servicios de ensayos de materiales de la EPIMMEM-UCSM.

FLEXIÓN: FIBRA DE MAGUEY				
VARIABLE	**UNIDAD**	**P-1**	**P-2**	**P-3**
SECCIÓN TRANSVERSAL	Diámetro (mm)	0.183	0.161	0.194
	Longitud inicial (mm)	208	209	198
	Área (mm^2)	0.026	0.020	0.040
Fuerza máxima aplicada	N	**3.924**	**3.923**	**3.924**

Fuente: Elaboración propia (ver Anexo 02).

Díaz-Batista et al. (2015) estudiaron el comportamiento mecánico de fibras de Maguey del tipo henequén en su interacción con polímeros, resultando valores entre 5.6 MPa hasta 8.4 MPa para la resistencia al corte interfacial de las fibras. Para la presente investigación se usó el valor promedio de estos límites de resistencia.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

CUADRO 3.20 Ensayo a tracción de la fibra de Maguey, realizado en el laboratorio del centro de producción de bienes y servicios de ensayos de materiales de la EPIMMEM-UCSM.

TRACCIÓN: FIBRA DE MAGUEY				
VARIABLE	**UNIDAD**	**P-1**	**P-2**	**P-3**
SECCIÓN TRANSVERSAL	Diámetro (mm)	0.175	0.173	0.142
	Longitud inicial (mm)	153	154	149
	Longitud final (mm)	155	161	150
	Área (mm^2)	0.024	0.024	0.016
Fuerza máxima aplicada	N	3.531	3.139	2.354
Resistencia a la tracción máxima	MPa	**147.13**	**130.79**	**147.13**
Deformación máxima Ɛ máx.	(%)	1.310	4.550	0.670

Fuente: Elaboración propia (ver Anexo 03).

Con los datos anteriores calculamos:

$\mathbf{l_c}$ = Longitud crítica de la fibra (mm)

$\boldsymbol{\sigma_f}$ = Resistencia a la tracción promedio (**141.68 MPa**)

$\mathbf{d}$ = Diámetro promedio (**0.17 mm**)

$\boldsymbol{\tau_c}$ = Resistencia al corte promedio (**7.00 MPa**)

$$\mathbf{l_{c-fibra\ maguey}} = \frac{\boldsymbol{\sigma_f} \times \mathbf{d}}{\boldsymbol{\tau_c}}$$

(EC. 3.16)

$$l_{c-fibra\ maguey} = \frac{141.68 \times 0.17}{7.00}$$

$$l_{c-fibra\ maguey} = 3.44\ mm$$

$$l_{c-fibra\ maguey} = 0.34\ cm$$

Según lo expuesto en la sección 2.1.2.3. la longitud de la Fibra de Maguey a ser utilizada como refuerzo en la mezcla de concreto deberá ser $l > 15l_c$ para que se considere como *fibra continua*.

$$15l_{c-fibra\ maguey} = 5.16\ cm$$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Para la presente investigación se considera dos longitudes de fibra para su evaluación como refuerzo del concreto: L_1 = 5.50 cm y L_2 = 10.00 cm



FIGURA 3.16 Fibra natural de Maguey (L1=5.5cm - L2=10.0 cm).

3.6.5. Tratamiento de la Fibra de Maguey adicionada:

Juarez Alvarado (2002) probó reducir la alta absorción de las fibras y la fragilidad de las mismas generado por la alcalinidad liberada por el cemento, para ello, estudió muestras de fibras tratadas con diferentes agentes protectores.

Las fibras fueron tratadas con aceite de linaza (AL), parafina (P), creosota (C), sellador para madera (SM), una combinación de parafina + resina (P+R) y aceite de linaza + resina + aguarrás (AL+R+A).

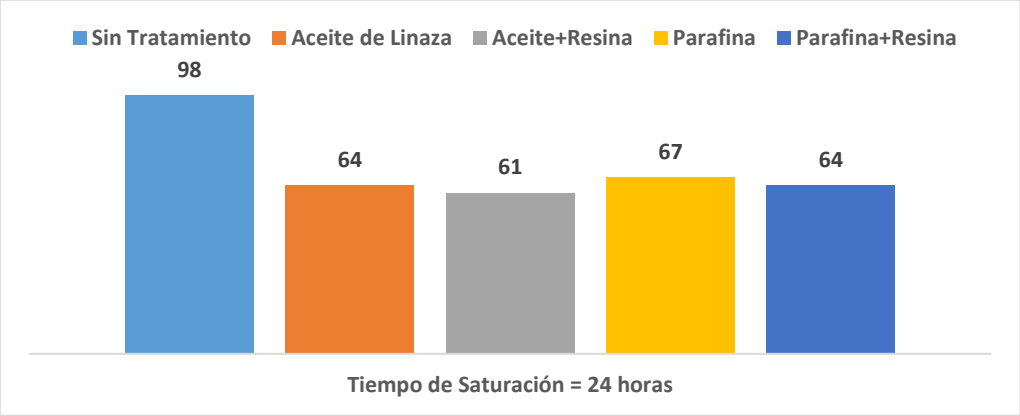
Después de las pruebas realizadas, concluyó que el tratamiento protector con parafina le permite a la fibra reducir un 37% de absorción frente a la fibra sin tratamiento (Gráfico 3.7), esto debido a que la parafina al enfriarse se solidificó y sello parcialmente la porosidad de la fibra, así mismo, estas capas de parafina actuaron como repelente al agua, evitando así la saturación completa de la fibra y su protección al medio alcalino generado por la pasta de cemento (Gráfico 3.8).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

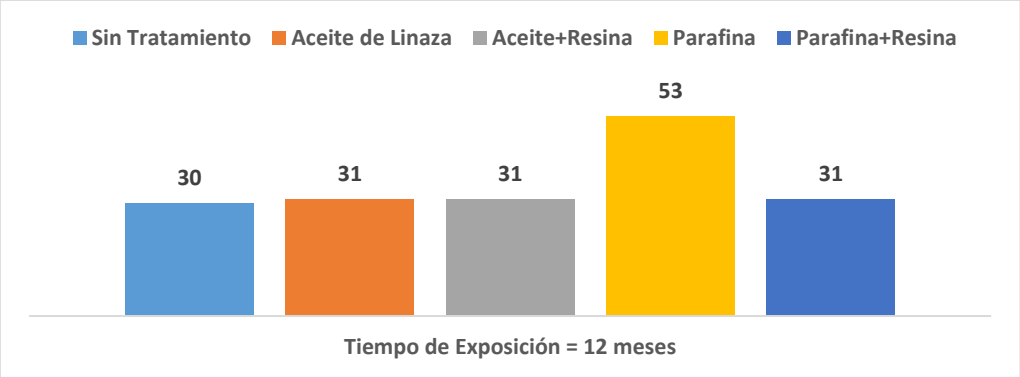
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

GRÁFICO 3.7 Porcentaje de absorción en fibras tratadas.



Fuente: (Juarez Alvarado, 2002, pág. 76).

GRÁFICO 3.8 Porcentaje de resistencia que mantienen las fibras después de 1 año de exposición al medio alcalino.



Fuente: (Juarez Alvarado, 2002, pág. 78).

La Parafina (P) es una cera sólida a temperatura ambiente, con punto de fusión de 67°C aproximadamente. Está compuesta por una mezcla de hidrocarburos que se obtiene como derivado del petróleo, subproducto de la fabricación de aceites lubricantes. Se emplea principalmente para preparar pomadas, velas, impermeabilizar papel y telas.

El procedimiento para mezclar la parafina con la fibra natural del maguey es el siguiente:

- Calentar la parafina en un recipiente adecuado hasta que logre los 100°C.
- Sumergir la fibra seca en la sustancia preparada durante 5 minutos.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

- Dejar enfriar al ambiente durante 24 horas.



FIGURA 3.17 Tratamiento en parafina de la fibra natural de Maguey.

3.7. FIBRA DE CAÑA DE AZÚCAR:

3.7.1. Definición:

La Caña de Azúcar es una planta silvestre y cultivada, originaria del sureste asiático, introducida en Europa a través de la península ibérica por los árabes, posteriormente fue introducida en América donde fue llevada por la facilidad del cultivo.

La Caña de Azúcar es cultivada extensamente en países tropicales y subtropicales por el azúcar que contiene en los tallos los cuales se encuentran formados por numerosos nudos. La producción de Caña de Azúcar en el Perú se concentra en la costa del país, siendo la principal zona productora. Tiene un gran potencial de desarrollo agroindustrial, derivado de la azúcar, etanol y otros productos derivados de su producción.

(Ministerio de Agricultura; Dirección General de Competividad Agraria, 2013)

3.7.2. Usos:

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

- En la agroindustria, la caña de azúcar se procesa para producir azúcar y otros tipos de endulzantes. La azúcar refinada resulta de la cristalización del azúcar del jugo de caña; el producto restante es la melaza, esta se usa para preparar alimentos, también se puede fermentar y destilar alcohol puro, etanol, bebidas alcohólicas.
- El bagazo (residuo fibroso de la caña de azúcar) se usa como combustible en el procesamiento de la caña de azúcar para producir azúcar.
- En la industria papelera, también se fabrica papel a partir del bagazo, separando la fibra de la médula.
- En la medicina, sirve para tratamientos de infecciones de la piel y del tracto urinario, enfermedades cardíacas y bronquitis.
- Su reciclaje puede usarse como abono o alimento animal; mientras que la cachaza (espuma que suelta el jugo de caña al cocer) es empleada como fertilizante.
- En el consumo doméstico, como fruta de estación.

3.7.3. Recolección y obtención de la Fibra de Caña de Azúcar:

Caña de Azúcar del centro poblado de Acoy



FIGURA 3.18 Caña de Azúcar empleada en la investigación.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

EQUIPOS:

- Protección visual (lentes).
- Protección de manos (guantes).
- Horno mecánico o artesanal.
- Molino de martillo.
- Balanza: con aproximación a 0,5 g y exactitud a 0,1% del peso de la muestra, con capacidad mínima de 30 kg.
- Medidor de temperatura: con una variación de ± 0,5 °C, dentro de un rango entre 0°C a 100°C.
- Trapiche mecánico (extractor de jugo de caña de azúcar).

MATERIALES:

- Machete (Herramienta de corte)
- Mallas de acero INOX N° 4 Y N° 8.
- Bandejas metálicas.
- Papel platino de Aluminio.
- Sacos (Transporte de la caña de azúcar).

METODOLOGÍA:

- Cortar la caña de azúcar (manualmente), el corte se realiza en los tallos al ras del suelo.
- Extraer el jugo de la caña de azúcar haciendo uso de un trapiche.
- Recolectar el bagazo resultante del prensado de la caña de azúcar.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA



FIGURA 3.19 Recolección y extracción del bagazo de Caña de Azúcar.

- Realizar el secado del bagazo:

  (1) Secado mediante horno mecánico o artesanal (60 °C).

  (2) Secado al aire libre, constantemente dar vueltas a las capas de bagazo para evitar ataques de hongos y plagas.
- Proceder con la molienda del bagazo seco en el molino de martillos, y acopiar en sacos.



FIGURA 3.20 Secado en horno y molienda del bagazo de Caña de Azúcar.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

- Realizar el tamizado del resultante de la molienda, empleando los tamices N° 4 (4.75mm), N° 8 (2.36mm) y N° 20 (0.84mm).
- El proceso de tamizado permite separar las fibras de las partículas orgánicas y/o residuos propios de la producción y molienda del bagazo (Tabla 3.21).



FIGURA 3.21 Tamizado manual y selección de la fibra natural de Caña de Azúcar.

TABLA 3.21 Tamizado del Bagazo de Caña de Azúcar.

TAMIZ	Peso Retenido (g)		% Retenido		% Utilización	
	Parcial	Acumulado	Parcial	Acumulado	Como refuerzo	No como refuerzo
No 4	16.46	16.46	18.78 %	18.78 %	**18.78 %**	
No 8	23.30	39.76	26.58 %	45.36 %	**26.58 %**	
No 20	25.86	65.62	29.50 %	74.86 %		**29.50 %**
Fondo	22.04	87.66	25.14 %	100.00 %		**25.14 %**
TOTAL	**87.66**				**45.36 %**	**54.64 %**

Fuente: Elaboración propia.



FIGURA 3.22 Material tamizado de la Caña de Azúcar (N°4-N°8-N°20-Fondo).

3.7.4. Longitud de la Fibra de Caña de Azúcar:

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

La longitud de la fibra será determinada por la Ec. 3.17, para ello se realizaron ensayos a Flexión y Tracción a las muestras (02) de Fibra de Caña de Azúcar extraídas.

CUADRO 3.21 Ensayo a flexión de la fibra de caña de azúcar, realizado en el laboratorio del centro de producción de bienes y servicios de ensayos de materiales de la EPIMMEM-UCSM.

FLEXIÓN: FIBRA DE CAÑA DE AZÚCAR			
VARIABLE	**UNIDAD**	**P-1**	**P-2**
SECCIÓN Transversal	Diámetro (mm)	0.551	0.601
	Longitud inicial (mm)	161	186
	Área (mm^2)	0.238	0.284
Fuerza máxima aplicada	N	**5.885**	**5.885**

Fuente: Elaboración propia (ver Anexo 05).

Jiménez, Cuellar & Escamilla-Martínez (2007) ensayaron el comportamiento mecánico de fibras de Caña de Azúcar en compuestos de polímeros, resultando valores entre 6.3 MPa hasta 11.46 MPa para la resistencia al corte de las fibras en la matriz. Para la presente investigación se usó el valor promedio de estos límites de resistencia.

CUADRO 3.22 Ensayo a tracción de la fibra de caña de azúcar, realizado en el laboratorio del centro de producción de bienes y servicios de ensayos de materiales de la EPIMMEM-UCSM.

TRACCIÓN: FIBRA DE CAÑA DE AZÚCAR			
VARIABLE	**UNIDAD**	**P-1**	**P-2**
SECCIÓN TRANSVERSAL	Diámetro (mm)	0.567	0.608
	Longitud inicial (mm)	119	101
	Longitud final (mm)	120	108
	Área (mm^2)	0.252	0.290
Fuerza máxima aplicada	N	12.160	14.122
Resistencia a la tracción máxima	MPa	**48.25**	**48.70**
Deformación máxima Ɛ máx.	(%)	0.84	6.93

Fuente: Elaboración propia (ver Anexo 06).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Con los datos anteriores calculamos:

$\mathbf{l_c}$	=	Longitud crítica de la fibra (mm)
$\boldsymbol{\sigma_f}$	=	Resistencia a la tracción promedio (**48.48 MPa**)
d	=	Diámetro promedio (**0.58 mm**)
$\boldsymbol{\tau_c}$	=	Resistencia al corte promedio (**8.88 MPa**)

$$\mathbf{l_{c-fibra\ caña}} = \frac{\boldsymbol{\sigma_f} \times \mathbf{d}}{\boldsymbol{\tau_c}}$$

(EC. 3.17)

$$l_{c-fibra\ caña} = \frac{48.48 \times 0.58}{8.88}$$

$$l_{c-fibra\ caña} = 3.17\ mm$$

$$l_{c-fibra\ caña} = 0.32\ cm$$

Según lo expuesto en la sección 2.1.2.3. la longitud de la Fibra de Caña de Azúcar a ser utilizada como refuerzo en la mezcla de concreto deberá ser l > 15l_c para que se considere como *fibra continua*.

$$15l_{c-fibra\ caña} = 4.76\ cm$$

Considerando las muestras extraídas del proceso de tamizado y comparadas con la relación 15l_c, para la presente investigación se utilizó los tamices N° 4 y N° 8 para su evaluación como refuerzo del concreto.



FIGURA 3.23 Fibra natural de Caña de Azúcar (Tamiz N°4 - Tamiz N°8).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

3.7.5. Tratamiento de la Fibra de Caña de Azúcar adicionada:

Los materiales usados para refuerzo de concreto serán afectados por la solución altamente alcalina de la pasta de cemento, siendo para la fibra la principal causa del deterioro por fragilización de la fibra en el concreto.

Para la protección de la fibra de caña de azúcar se busca controlar en todo momento la reacción química liberada por la mezcla agua-cemento, cuando ésta se encuentra en contacto con la fibra natural. Para ello, se realiza un tratamiento con Hidróxido de Calcio $Ca(OH)_2$ o Cal Hidratada, según lo explica Osorio S., Varón A., & Herrera M. (2007), este tratamiento es del tipo de impregnación de fibras que repelen el agua, siendo el más considerado por no requerir mano de obra especializada, por su rápido rendimiento como tratamiento superficial y su económico procedimiento de aplicación.

El procedimiento de protección de la fibra caña de azúcar es el siguiente :

- Elaborar una solución de hidróxido de calcio al 5% de concentración. El $Ca(OH)_2$ resulta de la combinación de agua potable + cal hidratada.
- Dejar reposar la solución preparada durante 48 horas en un recipiente adecuado.
- Luego de este tiempo agitar la solución preparada, y posteriormente sumergir las fibras durante 24 horas, vigilando que quede completamente sumergida en la solución, cada 8 horas aproximadamente remover la mezcla con el fin de lograr la correcta penetración del $CA(OH)_2$ en la fibra.
- Para retirar la fibra, realizar el lavado con abundante agua para remover las impurezas existentes y exceso de cal.
- Secar las fibras al horno o expuestas al sol.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA



FIGURA 3.24 Tratamiento en $Ca(OH)_2$ de la fibra natural de Caña de Azúcar.

3.8. ADITIVO PLASTIFICANTE:

3.8.1. Definición:

Rivva López (2013) define a los aditivos como un material distinto del agua, del agregado o del cemento, el cual es utilizado como un componente del concreto y se añade a este antes o durante el mezclado a fin de modificar una o alguna de sus propiedades.

Dentro de los tipos de aditivos plastificantes tenemos:

- Plastificante, reductor de agua: permite mejorar la consistencia del concreto mismo, reduciendo la cantidad de agua de mezclado que se necesita para producir un concreto de consistencia determinada.
- Plastificante y retardador: Reduce la cantidad de agua de mezcla solicitada para obtener un concreto de una consistencia dada y retarda el fraguado.
- Plastificante y acelerador: Reduce la cantidad de agua de mezcla requerida para producir un concreto de una consistencia dada y acelera su fraguado y el desarrollo de su resistencia.

(Abanto Castillo, pág. 44)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

3.8.2. ChemaPlast:

El CHEMA PLAST es un aditivo plastificante de color marrón a base de agentes dispersantes de alta eficacia exento de cloruros. Es un producto adecuado a las especificaciones ASTM C-494 tipo A.

Hace posible diseñar mezclas de concreto de fácil colocación con un contenido de hasta 10% menor de agua, generando aumento en la resistencia a la compresión y durabilidad del concreto.



FIGURA 3.25 Aditivo plastificante Chema Plast empleado en la investigación.

El concreto tratado con CHEMA PLAST tendrá las siguientes ventajas:

- Mejor acabado: la plasticidad permite un mejor acabado, por lo tanto, aumenta la durabilidad.
- Aumenta la trabajabilidad y facilita la colocación del concreto en elementos esbeltos con alta densidad de armadura con una ligera vibración, sin necesidad de aumentar la relación agua/cemento.
- Disminuye la contracción debido a la mejor retención de agua así como mayor aglomeración interna del concreto en estado plástico.
- Aumenta la hermeticidad al agua impermeabilizándolo y produciendo mayor resistencia a la penetración de la humedad y por consiguiente al ataque de sales.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

- Aumenta la durabilidad debido a su alto grado de resistencia al salitre, sulfatos y cloruros.
- No contiene cloruros.
- Aumenta la resistencia a la compresión y flexión a todas las edades; mejora la adherencia al acero de construcción.
- No transmite olor ni sabor al agua potable, ni la contamina.

HOJA TÉCNICA DEL PROVEEDOR

Densidad	:	4.10 – 4.30 (kg/gal)
pH	:	8.0 – 9.5
Color	:	Marrón oscuro
Aspecto	:	Líquido
Rendimiento	:	145 - 360 ml/bls de cemento
Presentación	:	Envase de 5 gal.

(CHEM MASTERS DEL PERU S.A., 2016)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

CAPÍTULO 4 – DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO

4.1. INTRODUCCIÓN:

El concreto es comúnmente conocido en el medio como un material de construcción diseñado bajo normas específicas dependiendo del tipo de proyecto y las características económicas que se vayan a utilizar.

El concreto se realiza a base de diseños de ingeniería, es por ello que está sujeto a cambios y modificaciones para optimizarlo constantemente; su calificación como concreto bueno o malo dependerá de los procesos de diseño, elaboración, colocación, curado y protección. Esto conlleva a investigar la elaboración de un concreto que cumpla con las especificaciones mencionadas y que además se incorporen materiales nuevos que puedan aportar su desempeño.

"Sea cual fuere el método de diseño empleado, así como el mayor o menor grado de refinamiento que se aplique en el mismo, el concreto resultante debe siempre considerarse como un material de ensayo cuyas proporciones definitivas se establecen en función de los resultados de las experiencias de laboratorio y las condiciones de trabajo en obra."

(Rivva López, 2013, pág. 56)

4.2. MÉTODOS DE DISEÑOS DE MEZCLAS:

MÉTODO DEL COMITÉ 211 DEL ACI:

El método ACI es utilizado para elaborar diseños de mezclas de concreto con procedimientos bastantes simples y con agregados que cumplan las normas

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

correspondientes, lo cual no siempre se da en los proyectos; es un diseño económico pues necesita menos cantidad de agua y con ello menos cemento para obtener una resistencia determinada. El contenido del agregado grueso se determina por una tabla elaborada por el Comité 211 del ACI, en función del tamaño máximo nominal del agregado grueso y del módulo de fineza del agregado fino. Una gran limitación de este método es que no distingue las distintas formas en las que se presentan los agregados (redondeados, chancados, angulosos, etc.).

MÉTODO DE WALKER:

El profesor Stanton Walker considera que se debe garantizar una mejor relación fino-grueso en la mezcla de concreto, por ello Walker determina el porcentaje aproximado del agregado fino en función del módulo de fineza del agregado fino (fino, mediano y grueso), el tamaño máximo nominal del agregado grueso, el perfil del agregado grueso (redondeado o angular) y el contenido de cemento en la unidad cúbica del concreto.

MÉTODO DE FÜLLER:

Este método es general y se aplica cuando los agregados no cumplan con la Norma ASTM C33. Asimismo se debe usar para dosificaciones con más de 300 kg. de cemento por metro cúbico de concreto, para tamaños máximos del agregado grueso comprendido entre 20mm (3/4'') y 50mm (2'') y cuando los agregados son redondeados.

La ley de Füller es:

$$\mathbf{y = 100\left(\frac{d}{TM}\right)^{n}}$$

(EC. 4.1)

y = Porcentaje en peso que pasa a través del tamiz "d"

d = Abertura de la malla referencial

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

TM = Tamaño máximo del agregado grueso

n = Potencia granulométrica que varía entre 0.2 y 0.5

MÉTODO DEL MÓDULO DE FINEZA DE LA COMBINACIÓN DE LOS AGREGADOS:

Las investigaciones realizadas en la Universidad de Maryland han permitido establecer que la combinación de los agregados fino y grueso, cuando éstos tienen granulometrías comprendidas dentro de los límites que establece la Norma ASTM C33, debe producir un concreto trabajable en condiciones ordinarias, esto a partir de la determinación del módulo de fineza de la mejor combinación de agregados para las condiciones planteadas por las especificaciones de obra. Este método puede producir buenas mezclas cuando se emplean los métodos de colocación y compactación usuales; sin embargo, pueden ser algo sobrearenosos para ser empleados en pavimentos o en estructuras en las que se utiliza concreto ciclópeo.

Esta investigación establece una ecuación que relaciona el módulo de fineza de los agregados fino y grueso. Dicha ecuación es:

$$\mathbf{m = r_r \cdot m_r + r_g \cdot m_g}$$

(EC. 4.2)

m = Módulo de fineza de la combinación de agregados.

m_r = Módulo de fineza del agregado fino.

m_g = Módulo de fineza del agregado grueso.

r_r = % del agregado fino en relación al volumen absoluto total del agregado.

r_g = % del agregado grueso en relación al volumen absoluto total del agregado.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

De lo expuesto en los párrafos anteriores, para la presente investigación se eligió utilizar el Método de Walker para nuestro diseño de mezcla.

4.3. METODOLOGÍA DE DISEÑO DE MEZCLA POR EL MÉTODO DE WALKER:

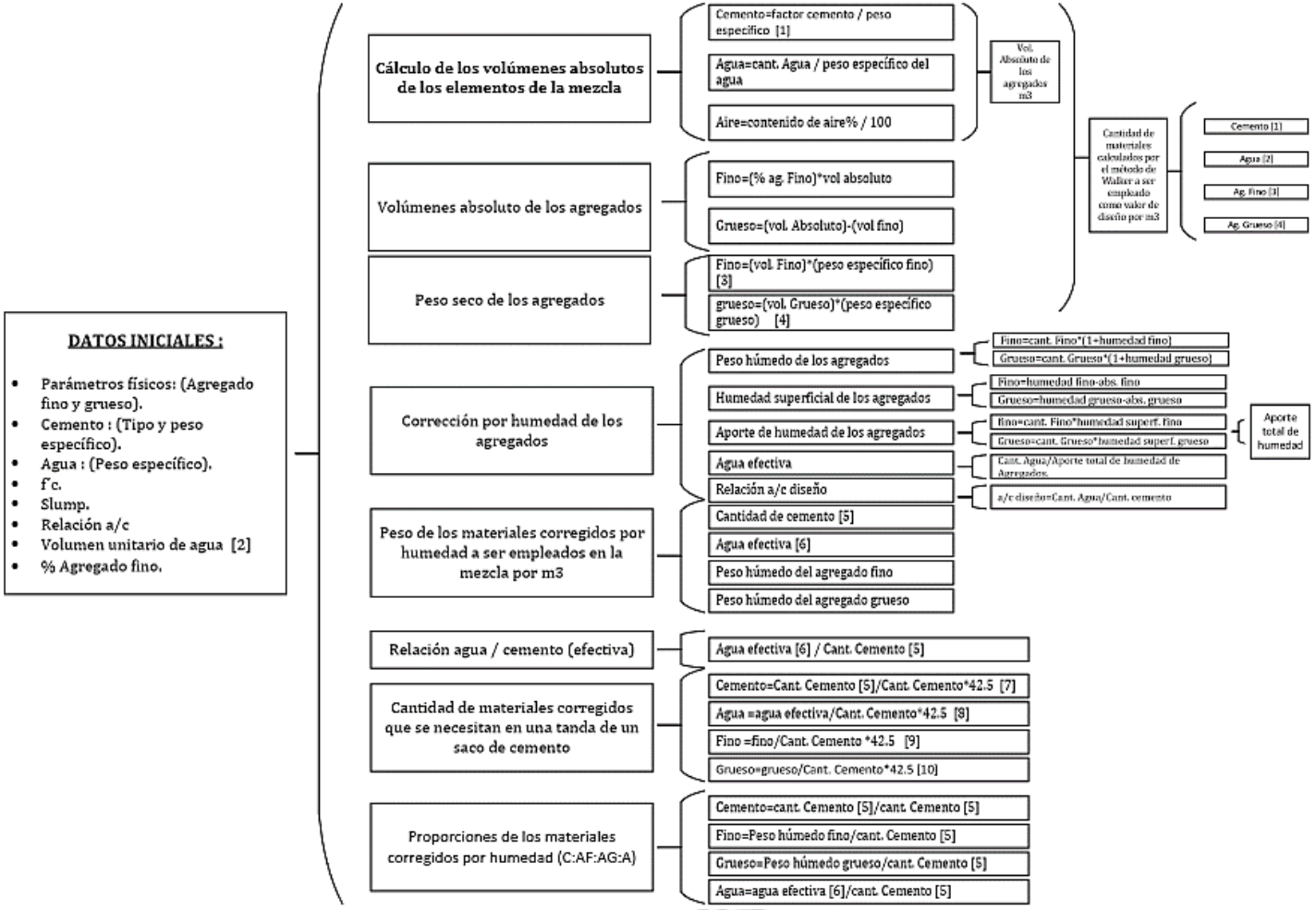
CUADRO 4.1 Metodología de diseño de mezcla por el Método de Walker.

PASO 1:	Seleccionar la resistencia promedio en función de la resistencia a compresión especificada.
PASO 2:	Seleccionar el tamaño máximo nominal del agregado grueso.
PASO 3:	Seleccionar el asentamiento.
PASO 4:	Seleccionar el volumen unitario del agua de diseño.
PASO 5:	Seleccionar el contenido de aire.
PASO 6:	Seleccionar la relación agua-cemento por resistencia y por durabilidad.
PASO 7:	Determinar el factor cemento.
PASO 8:	Determinar la suma de los volúmenes absolutos de cemento, agua y aire.
PASO 9:	Determinar el volumen absoluto del agregado total.
PASO 10:	Determinar el porcentaje de agregado fino en relación al volumen absoluto total de agregado.
PASO 11:	Determinar el volumen absoluto de agregado grueso.
PASO 12:	Determinar los pesos secos de los agregados fino y grueso.
PASO 13:	Corregir los valores de diseño por humedad del agregado.
PASO 14:	Determinar la proporción en peso de diseño y de obra.
PASO 15:	Determinar los pesos por tanda de un saco.

Fuente: (Rivva López, 2013, pág. 150).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

CUADRO 4.2 Diagrama de flujo para diseño de mezcla por el Método de Walker.



Fuente: Elaboración propia.

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

SELECCIÓN DE LA RESISTENCIA PROMEDIO:

Las mezclas de concreto deben diseñarse para una resistencia promedio cuyo valor debe ser siempre superior al de la resistencia de diseño especificada.

Cuando no se cuenta con datos estadísticos para obtener una desviación estándar de muestras de ensayos y poder determinar una resistencia a la compresión promedio más ajustada, se opta por emplear los valores de la Tabla 4.1.

TABLA 4.1 Resistencia a la compresión promedio.

f'c	$f'c_r$
Menos de 210	f´c + 70
210 a 350	f´c + 84
Sobre 350	f´c + 98

Fuente: (Rivva López, 2013, pág. 63).

- f´c: Es la resistencia en compresión especificada del concreto, utilizada por el ingeniero calculista e indicado en los planos y especificaciones de obra. Se expresa en kgf/cm^2.
- $f'c_r$: Es la resistencia promedio requerida, utilizada para la selección de las proporciones de los materiales que intervienen en la unidad cubica de concreto.

SELECCIÓN DEL TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL AGREGADO GRUESO:

Está en función de las condiciones del refuerzo de las estructuras y de las propias caracteristicas geométricas, las que condicionan el tamaño máximo del agregado a emplearse.

El tamaño máximo nominal del agregado grueso debe exceder los siguientes valores:

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

- 1/5 de la menor dimensión entre las caras de los encofrados.
- 1/3 del peralte de las losas.
- 3/4 del espacio libre mínimo entre las barras individuales del refuerzo; paquetes de barras.

SELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO:

La consistencia es aquella propiedad del concreto en estado fresco que define el grado de humedad de la mezcla. De todos los métodos de laboratorio para determinar la consistencia de una mezcla de concreto, el ensayo en el Cono de Abrams es aquel que brinda una mejor idea de las características de la mezcla de concreto.

Si las especificaciones de obra no indican el asentamiento que debe tener la mezcla de concreto, se seguirá alguno de los criterios de las Tablas 4.2 y 4.3.

TABLA 4.2 Tipos de Asentamientos en función del tipo de construcción.

Tipo de construcción	Asentamiento	
	Máximo	Mínimo
Zapatas y muros de cimentación armados	3”	1”
Cimentaciones simples, cajones y subestructuras de muros	3”	1”
Vigas y muros armados	4”	1”
Columnas de edificios	4”	1”
Losas y pavimentos	3”	1”
Concreto ciclópeo	2”	1”

Fuente: (Rivva López, 2013, pág. 77).

TABLA 4.3 Asentamiento, según la consistencia del concreto.

Consistencia del Concreto	Asentamiento
Seca	0” a 2”
Plástica	3” a 4”
Fluída	≥ 5”

Fuente: (Rivva López, 2013, pág. 75).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

SELECCIÓN DE VOLUMEN UNITARIO DE AGUA:

Resulta ser la cantidad de agua que se debe introducir a la mezcla, por unidad cubica de concreto, para poder obtener una consistencia determinada según los requerimientos, cuando el agregado está en estado seco (Tabla 4.4).

TABLA 4.4 Volumen unitario de agua.

Asentamiento	Agua, en lt/m³, para los tamaños máximo nominales de agregado grueso y consistencia indicados							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 ½"	2"	3"	6"
	Concreto sin aire incorporado							
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	-
	Concreto con aire incorporado							
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	-

Fuente: (Rivva López, 2013, pág. 82).

SELECCIÓN DEL CONTENIDO DE AIRE:

Las burbujas de aire pueden estar presentes en la pasta como resultado de las operaciones propias del proceso de puesta en obra, en cuyo caso se le conoce como aire atrapado o aire natural; o pueden encontrarse en la mezcla debido a que han sido intencionalmente incorporadas a ella, en cuyo caso se les conoce como aire incorporado.

El porcentaje de contenido de aire atrapado (Tabla 4.5) dependerá del aporte de los materiales, las condiciones de operación de la mezcla y la granulometría y tamaño máximo del agregado. Estas burbujas de aire atrapado son pequeñas y del rango de 1mm y de perfil irregular.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

TABLA 4.5 Contenido de Aire atrapado.

Tamaño Máximo Nominal	Aire atrapado
3/8"	3.0 %
1/2"	2.5 %
3/4"	2.0 %
1"	1.5 %
1 ½"	1.0 %
2"	0.5 %
3"	0.3 %
6"	0.2 %

Fuente: (Rivva López, 2013, pág. 89).

En los concretos con aire incorporado, éste se incorpora intencionalmente a la mezcla (por medio de aditivos) con la finalidad de mejorar las propiedades del concreto, especialmente frente a su durabilidad en los procesos de congelación y deshielo. Las burbujas de aire incorporado serán de diámetro pequeño (entre 10 y 1000 micrones) y con perfil esférico (Tabla 4.6).

TABLA 4.6 Contenido de aire incorporado y total.

Tamaño Máximo Nominal	Contenido de aire total, en %		
	Exposición Suave	Exposición Moderada	Exposición Severa
3/8"	4.5	6.0	7.5
1/2"	4.0	5.5	7.0
3/4"	3.5	5.0	6.0
1"	3.0	4.5	6.0
1 ½"	2.5	4.5	5.5
2"	2.0	4.0	5.0
3"	1.5	3.5	4.5
6"	1.0	3.0	4.0

Fuente: (Rivva López, 2013, pág. 89).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

SELECCIÓN DE LA RELACIÓN AGUA – CEMENTO (a/c):

La relación agua-cemento se puede determinar en función de su resitencia o por factores como la durabilidad y propiedades para su acabado. Esta relación se refiere a la cantidad de agua que interviene en la mezcla cuando el agregado está en condición de saturado superficialmente seco, es decir que no toma ni aporta agua.

La selección de la relación agua-cemento por resistencia (Tabla 4.7) se hace partiendo del criterio de que esta propiedad es la mas fácilmente mensurable y que está regulada por la relación de cantidad de agua a la cantidad de cemento por unidad cúbica de la mezcla.

TABLA 4.7 Relación agua-cemento, por resistencia.

f'c (28 días)	Concretos sin aire incorporado	Concretos con aire incorporado
150	0.8	0.71
200	0.7	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.40
400	0.43	-
450	0.38	-

Fuente: (Rivva López, 2013, pág. 95).

Cuando el diseño es requerido por durabilidad; teniendo en consideración la exposición del concreto a procesos de congelación y deshielo, a la acción de suelos o aguas sulfatadas, o para prevenir procesos de corrosión del acero de refuerzo; puede ser necesario relaciones agua-cemento con valores máximos en peso de 0.40, 0.45 ó 0.50, las cuales generalmente equivalen a resistencias en compresión de 280, 315 ó 350 kgf/cm^2, por ello la resistencia f'c no deberá ser menor de 245 kgf/cm^2 por razones de durabilidad (Tabla 4.8).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

TABLA 4.8 Relación agua-cemento, según condiciones especiales de exposición.

Condiciones de exposición	Relación a/c máx en concretos con agregado de peso normal	Resistencia en compresión mín en concretos con agregado liviano
Concretos de baja permeabilidad		260
a) Expuesto a agua dulce	0.50	
b) Expuesto a agua de mar o aguas solubles	0.45	
c) Expuesto a la acción de aguas cloacales	0.45	
Concretos expuestos a procesos de congelación y deshielo en condición húmeda		300
a) Sardineles, cunetas, secciones delgadas	0.45	
b) Otros elementos	0.50	
Protección contra la corrosión de concreto expuesto a la acción de agua de mar, aguas salobres, neblina o rocío de estas aguas	0.40	325
Si el recubrimiento mínimo se incrementa en 15mm	0.45	300

Fuente: (Rivva López, 2013, pág. 105).

DETERMINACIÓN DEL FACTOR CEMENTO:

Luego de tener definidos el volumen unitario de agua por unidad de volumen del concreto y al mismo tiempo la relación agua-cemento determinada, se puede determinar el factor cemento dividiendo el volumen unitario de agua (expresado en lt/m^3) entre la relación agua-cemento, obteniedo así la cantidad de kilos de cemento de la unidad cúbica de concreto.

DETERMINACIÓN DE LOS VOLUMENES ABSOLUTOS DE LOS ELEMENTOS DE LA PASTA:

- El cemento, resulta de dividir el factor cemento entre el peso espécifico del mismo.
- El agua, se obtiene de transformar el valor del volumen unitario del agua hallado anteriormente en m^3.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

- El aire, se obtiene de transformar el valor del contenido de aire hallado en % en unidad.
- Por último se procede a realizar la suma de volúmenes de la pasta (cemento,agua y aire).

DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO TOTAL:

Es igual a la unidad menos el volumen absoluto de la pasta.

DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE AGREGADO FINO EN RELACIÓN AL VOLUMEN ABSOLUTO TOTAL DE AGREGADO:

La Tabla 4.9 permite determinar el porcentaje aproximado de agregado fino y luego por diferencia el del agregado grueso. Los valores de esta Tabla corresponden a agregado grueso redondeado o angular; utilizado en concretos de peso normal en los cuales no se emplea aire incorporado; en función del grado del módulo de fineza del agregado fino y del contenido de cemento por unidad cúbica de concreto. El porcentaje de agregado fino extraído de la Tabla permitirá obtener la cantidad de mortero necesaria para conseguir un adecuado grado de trabajabilidad.

TABLA 4.9 Porcentaje de Agregado fino.

TMN del agregado grueso	Agregado Redondeado				Agregado Angular			
	Factor cemento expresado en sacos por metro cúbico				Factor cemento expresado en sacos por metro cúbico			
	5	6	7	8	5	6	7	8
Agregado Fino – Módulo de Fineza de 2.3 a 2.4								
3/8”	60	57	54	51	69	65	61	58
1/2”	49	46	43	40	57	54	51	48
3/4”	41	38	35	33	48	45	43	41
1”	40	37	34	32	47	44	42	40
1 ½”	37	34	32	30	44	41	39	37
2”	36	33	31	29	43	40	38	36

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Agregado Fino – Módulo de Fineza de 2.6 a 2.7								
3/8"	66	62	59	56	75	71	67	64
1/2"	53	50	47	44	61	58	55	53
3/4"	44	41	38	36	51	48	46	44
1"	42	39	37	35	49	46	44	42
1 ½"	40	37	35	33	47	44	42	40
2"	37	35	33	32	45	42	40	38
Agregado Fino – Módulo de Fineza de 3.0 a 3.1								
3/8"	74	70	66	62	84	80	76	73
1/2"	59	56	53	50	70	66	62	59
3/4"	49	46	43	40	57	54	51	48
1"	47	44	41	38	55	52	49	46
1 ½"	44	41	38	36	52	49	46	44
2"	42	38	36	34	49	46	44	42

Fuente: (Rivva López, 2013, pág. 121).

DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN ABSOLUTO DE AGREGADO GRUESO:

Para obtener los volúmenes absolutos de los agregados fino y gruesos, multiplicamos el porcentaje de agregado fino por el volumen absoluto total de agregado, obteniendo así el volumen absoluto del agregado fino y por diferencia con el volumen absoluto de agregado, el volumen absoluto del agregado grueso.

DETERMINACIÓN DE LOS PESOS SECOS DE LOS AGREGADOS FINO Y GRUESO:

Se obtiene de multiplicar el volumen absoluto del agregado (fino o grueso) por su respectivo peso específico de masa determinado en laboratorio.

CORRECCIÓN DE LOS VALORES DE DISEÑO POR HUMEDAD DEL AGREGADO:

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Los pesos húmedos de los agregados fino y grueso serán igual al respectivo peso seco multiplicado por la unidad más el contenido de humedad expresado en forma decimal.

El agua de absorción no es parte del agua de mezclado, por lo que deberá ser excluida de las correcciones por humedad del agregado, para ello se debe calcular la humedad superficial del agregado fino y grueso restando el contenido de humedad (%) menos la absorción (%) respectivamente.

La humedad superficial determinará el aporte de cada uno de los agregados al agua de la mezcla, esto multiplicando el peso seco del agregado por la humedad superficial del mismo expresada en fracción decimal.

Se debe corregir el agua efectiva de diseño en relación al aporte de cada uno de los agregados, pueden presentarse tres casos:

a. Que ambos agregados aporten agua a la mezcla.
b. Que uno de los agregados aporte agua y el otro quite agua de la mezcla
c. Que ambos agregados disminuyan el agua de la mezcla.

CÁLCULO DE LAS PROPORCIONES EN PESO:

Cemento	Agregado Fino	Agregado Grueso	Agua
$\frac{\text{Peso}_{\text{cemento}}}{\text{Peso}_{\text{cemento}}}$	$\frac{\textbf{Peso}_{\textbf{fino humedo}}}{\textbf{Peso}_{\textbf{cemento}}}$	$\frac{\textbf{Peso}_{\textbf{grueso humedo}}}{\textbf{Peso}_{\textbf{cemento}}}$	$\frac{\textbf{Agua}_{\textbf{efectiva}}}{\textbf{Peso}_{\textbf{cemento}}}$
C	**F**	**G**	**A**

CÁLCULO DE LAS PROPORCIONES EN PESO POR TANDA DE UN SACO:

Cemento	Agregado Fino	Agregado Grueso	Agua
$\frac{\text{C}}{\text{Peso}_{\text{bls cemento}}}$	$\frac{\textbf{F}}{\textbf{Peso}_{\textbf{bls cemento}}}$	$\frac{\textbf{G}}{\textbf{Peso}_{\textbf{bls cemento}}}$	$\frac{\textbf{Agua}_{\textbf{efectiva}}}{\left(\frac{\textbf{Peso}_{\textbf{cemento}}}{\textbf{Peso}_{\textbf{bls cemento}}}\right)}$
kg/saco	**kg/saco**	**kg/saco**	**lt/saco**

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

4.4. OPTIMIZACIÓN DEL DISEÑO

Se realizaron pre-ensayos del diseño de mezclas f'c = 210 kgf/cm^2 por el método de Walker, considerando que la selección de la Resistencia Promedio requerida (f'cr) en un primer caso sería f'c + 84 = 294 kgf/cm^2; y, en segundo caso considerando un f'cr = 210 kgf/cm^2, éste último considerado según la investigación de Gonzales Delgado & Mendoza Rodriguez (2016, pág. 87) quienes utilizaron la misma fuente de los agregados (Cantera La Poderosa) y el mismo tipo de cemento (Yura IP).



FIGURA 4.1 Vaceado de pre-ensayos del diseño de mezclas.

Según el código ACI 318-11S en su sección 5.6.3.2. (pág. 76) nos indica que "Los cilindros deben ser de 100 mm por 200 mm y de 150 mm por 300 mm", es por ello que se realizaron pre-ensayos con moldes de 6"x12" (150x300 mm) y 4"x8" (100x200 mm), haciendo un total 58 muestras ensayadas para prueba del diseño y cuyo resultados se indican en la Tabla 4.10.

Aragón Matamoros & Navas Carro (2012) midieron la resistencia a la compresión del concreto mediante cilindros de 100 mm por 200 mm y de 150 mm por 300 mm, y concluyeron que la resistencia en cilindros de 100 mm por 200 mm es en promedio 15% mayor que la resistencia medida en cilindros de 150 mm por 300 mm, tanto para mezcla de 210 kgf/cm^2 como para mezcla de 350 kgf/cm^2.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

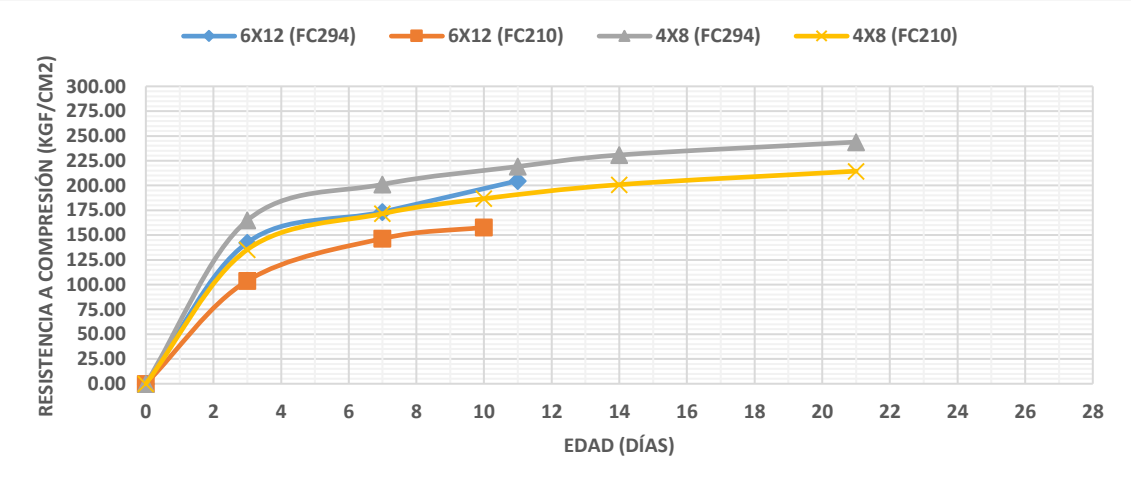
TABLA 4.10 Resultados de los pre-ensayos para selección del diseño de mezclas.

F'cr (kgf/cm²)	Relación A/C	EDAD	No MUESTRAS	Resistencia en moldes 6"x12"	No MUESTRAS	Resistencia en moldes 4"x8"	Δ f'c (%)
294	0.59	0	0	0.00	0	0.00	0.0
		3	3	142.39	6	164.79	15.7
		7	3	173.32	6	201.11	16.0
		11	3	204.77	3	219.10	7.0
		14	0		3	230.77	0.0
		21	0		4	243.82	0.0
210	0.72	0	0	0.00	0	0.00	0.0
		3	3	103.84	6	135.33	30.3
		7	3	146.49	3	171.59	17.1
		10	3	157.83	3	186.72	18.3
		14	0		3	200.86	0.0
		21	0		3	214.46	0.0
	58		18		40		

Fuente: Elaboración propia (ver Anexo 07).

En la Tabla 4.10 se muestra que el diseño **a/c = 0.59** tuvo un 13% de variación promedio respecto al diseño **a/c = 0.72** cuya variación promedio estuvo en 20% dentro de los primeros 11 días. Por lo expuesto, se considera el diseño f'cr = 294 kgf/cm² como diseño patrón para la presente investigación, considerando que según el Gráfico 4.1 la evolución de la resistencia a los 28 días estaría alcanzando los 260 kgf/cm².

GRÁFICO 4.1 Evolución de la resistencia en moldes de 6"x12" y 4"x8".



Fuente: Elaboración propia.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

4.5. HOJA DE CÁLCULO – DISEÑO DE MEZCLA DEL CONCRETO PATRÓN:

CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES A USAR PARA LA ELABORACIÓN DEL CONCRETO		
Cantera de donde se extraen los materiales	"LA PODEROSA"	
PROPIEDADES DE LOS AGREGADOS	Agregado Grueso	Agregado Fino
Peso unitario suelto (kg/m^3)	1,434.79	1,478.79
Peso unitario compactado (kg/m^3)	1,648.56	1,634.80
Peso específico de masa (kg/m^3)	2,718.51	2,126.93
P.E. superficialmente saturado seco (kg/m^3)	2,740.00	1,374.21
Peso específico aparente (kg/m^3)	2,778.23	2,217.09
Contenido de humedad (%)	0.21	0.84
Absorción (%)	0.79	1.96
Módulo de fineza (MF)	6.70	2.79
Tamaño máximo (pulg)	1"	--
Tamaño máximo nominal (pulg)	3/4"	--
CEMENTO		
Tipo de cemento portland a usar	Yura IP	
Peso específico (g/cm^3)	2.85	
Peso bolsa comercial (kg)	42.5	
AGUA		
Agua Potable	SI	
Peso específico (g/cm^3)	1.00	

DISEÑO DE MEZCLA POR EL MÉTODO DE WALKER			
CARACTERÍSTICAS DEL CONCRETO			
Resistencia a la compresión especificada del concreto (f´c)		210	kgf / cm^2
Resistencia promedio a la compresión del concreto (f´cr)		294	kgf / cm^2
DISEÑO DE MEZCLA			
SELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO	Tipo de consistencia		Plástica
	Asentamiento		3" a 4"
CONCRETO A DISEÑAR	Concreto sin aire incorporado		
VOLUMEN UNITARIO DE AGUA	205		lt/m^3
CONTENIDO DE AIRE TOTAL	2		%
RELACION AGUA / CEMENTO	0.5584		
FACTOR CEMENTO	367.1203		kg / m^3
	8.6381		Bolsas / m^3

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

CÁLCULO DE LOS VOLÚMENES ABSOLUTOS DE LOS ELEMENTOS DE LA PASTA	CEMENTO	0.1288	m^3
	AGUA	0.2050	m^3
	AIRE	0.0200	m^3
	SUMA DE VOLÚMENES	0.3538	m^3
VOLUMEN ABSOLUTO DE AGREGADOS	VOLUMEN ABSOLUTO	0.6462	m^3
PORCENTAJE DE AGREGADO FINO	PORCENTAJE DE Ag. FINO	42.72	%
	PORCENTAJE DE Ag. FINO	0.4272	
VOLÚMENES ABSOLUTOS DE LOS AGREGADOS	AGREGADO FINO	0.2761	m^3
	AGREGADO GRUESO	0.3701	m^3
PESO SECO DE LOS AGREGADOS	AGREGADO FINO	587.140	kg / m^3
	AGREGADO GRUESO	1006.216	kg / m^3
CANTIDAD DE MATERIALES CALCULADOS POR EL MÉTODO WALKER A SER EMPLEADOS COMO VALORES DE DISEÑO POR m^3	CEMENTO	367.12	kg / m^3
	AGUA DE DISEÑO	205.00	lt/m^3
	Ag. FINO SECO	587.14	kg / m^3
	Ag. GRUESO SECO	1006.22	kg / m^3
CORRECIÓN POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS DE LOS VALORES DE DISEÑO			
CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS AGREGADOS	AGREGADO FINO	0.84	%
	AGREGADO GRUESO	0.21	%
PESO HÚMEDO DE LOS AGREGADOS	AGREGADO FINO	592.072	kg / m^3
	AGREGADO GRUESO	1008.329	kg / m^3
HUMEDAD SUPERFICIAL DE LOS AGREGADOS	AGREGADO FINO	-1.12	%
	AGREGADO GRUESO	-0.58	%
APORTE DE HUMEDAD DE LOS AGREGADOS	AGREGADO FINO	-6.576	lt/m^3
	AGREGADO GRUESO	-5.836	lt/m^3
	APORTE TOTAL	-12.412	lt/m^3
AGUA EFECTIVA	AGUA EFECTIVA	217.41	lt/m^3
PESO DE LOS MATERIALES CORREGIDOS POR HUMEDAD A SER EMPLEADOS EN LAS MEZCLAS DE PRUEBA POR m^3	CEMENTO	367.12	kg / m^3
	AGUA EFECTIVA	217.41	lt/m^3
	Ag. FINO HÚMEDO	592.07	kg / m^3
	Ag. GRUESO HÚMEDO	1008.33	kg / m^3
RELACION AGUA / CEMENTO DE DISEÑO		0.56	
RELACION AGUA / CEMENTO EFECTIVA		0.59	
CÁLCULO DE LAS PROPORCIONES EN PESO: (C : F : G : A)	CEMENTO	1	C
	Ag. FINO HÚMEDO	1.61	F
	Ag. GRUESO HÚMEDO	2.75	G
	AGUA EFECTIVA	0.59	A
CÁLCULO DE LAS PROPORCIONES EN PESO POR TANDA DE UN SACO:	CEMENTO	42.50	kg / saco
	AGUA EFECTIVA	25.17	lt/saco
	Ag. FINO HÚMEDO	68.54	kg / saco

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

	Ag. GRUESO HÚMEDO	**116.73**	**kg / saco**

PROPORCION EN VOLUMEN %		**PROPORCION EN PESO (Vol. = 1 M3)**		
CEMENTO	**12.68**	**CEMENTO**	**367.12**	**kg/m³**
Ag. FINO	**27.40**	**Ag. FINO**	**592.07**	**kg/m³**
Ag. GRUESO	**36.51**	**Ag. GRUESO**	**1008.33**	**kg/m³**
AGUA	**21.40**	**AGUA**	**217.41**	**lt/m³**
AIRE	**2.00**	**TOTAL**	**2184.93**	**kg/m³**
TOTAL	**100.00**			

4.6. HOJA DE CÁLCULO – DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO CON FIBRA SINTÉTICA:

Según lo indicado en el item 3.5.3. la Fibra Sintética de Polipropileno CHEMA FIBRA ULTRAFINA posee un rendimiento de 300 g/m³ de concreto de peso normal, por ello se mantiene el diseño y dosificación del concreto patrón y se calcula su rendimiento aplicado para nuestro diseño:

PROPORCION EN VOLUMEN %		**PROPORCION EN PESO (Vol. = 1 M3)**		
CEMENTO	**12.68**	**CEMENTO**	**367.12**	**kg/m³**
Ag. FINO	**27.40**	**Ag. FINO**	**592.07**	**kg/m³**
Ag. GRUESO	**36.51**	**Ag. GRUESO**	**1008.33**	**kg/m³**
AGUA	**21.40**	**AGUA**	**217.41**	**lt/m³**
AIRE	**2.00**	**TOTAL**	**2184.93**	**kg/m³**
TOTAL	**100.00**			

Rendimiento: 300 g/m³ 2,400 kg/m³

273 g/m³ 2,184 kg/m³

4.7. HOJA DE CÁLCULO – DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO CON FIBRA NATURAL DE MAGUEY:

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES A USAR PARA LA ELABORACIÓN DEL CONCRETO			
Cantera de donde se extraen los materiales	"LA PODEROSA"		
PROPIEDADES DE LOS AGREGADOS	Agregado Grueso	Agregado Fino	Fibra Maguey
Peso unitario suelto (kg/m^3)	1,434.79	1,478.79	--
Peso unitario compactado (kg/m^3)	1,648.56	1,634.80	--
Peso específico de masa (kg/m^3)	2,718.51	2,126.93	1,240.00
P.E. superficialmente saturado seco (kg/m^3)	2,740.00	1,374.21	--
Peso específico aparente (kg/m^3)	2,778.23	2,217.09	--
Contenido de humedad (%)	0.21	0.84	--
Absorción (%)	0.79	1.96	--
Módulo de fineza (MF)	6.70	2.79	--
Tamaño máximo (pulg)	1"	--	--
Tamaño máximo nominal (pulg)	3/4"	--	--
CEMENTO			
Tipo de cemento portland a usar	Yura IP		
Peso específico (g/cm^3)	2.85		
Peso bolsa comercial (kg)	42.5		
AGUA			
Agua Potable	SI		
Peso específico (g/cm^3)	1.00		

4.7.1. Diseño con Fibra de Maguey al 0.10%:

DISEÑO DE MEZCLA POR EL MÉTODO DE WALKER		
CARACTERÍSTICAS DEL CONCRETO		
Resistencia a la compresión especificada del concreto (f´c)	210	kgf / cm^2
Resistencia promedio a la compresión del concreto (f´cr)	294	kgf / cm^2
DISEÑO DE MEZCLA		
SELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO	Tipo de consistencia	Plástica
	Asentamiento	3" a 4"
CONCRETO A DISEÑAR	Concreto sin aire incorporado	
VOLUMEN UNITARIO DE AGUA	205	lt/m^3
CONTENIDO DE AIRE TOTAL	2	%
RELACION AGUA / CEMENTO	0.5584	
FACTOR CEMENTO	367.1203	kg / m^3

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

	8.6381		Bolsas / m^3
CÁLCULO DE LOS VOLÚMENES ABSOLUTOS DE LOS ELEMENTOS DE LA PASTA	CEMENTO	0.1288	m^3
	AGUA	0.2050	m^3
	AIRE	0.0200	m^3
	SUMA DE VOLÚMENES	0.3538	m^3
VOLUMEN ABSOLUTO DE AGREGADOS	VOLUMEN ABSOLUTO	0.6462	m^3
PORCENTAJE DE FIBRA INCORPORADA	PORCENTAJE DE Fibra	0.10	%
	PORCENTAJE DE Fibra	0.0010	
PORCENTAJE DE AGREGADO FINO	PORCENTAJE DE Ag. FINO	42.72	%
	PORCENTAJE DE Ag. FINO	0.4272	
VOLÚMENES ABSOLUTOS DE LOS AGREGADOS	FIBRA ADICIONADA	0.0006	m^3
	AGREGADO FINO	0.2761	m^3
	AGREGADO GRUESO	0.3695	m^3
PESO SECO DE LOS AGREGADOS	FIBRA ADICIONADA	0.801	kg / m^3
	AGREGADO FINO	587.140	kg / m^3
	AGREGADO GRUESO	1004.460	kg / m^3
CANTIDAD DE MATERIALES CALCULADOS POR EL MÉTODO WALKER A SER EMPLEADOS COMO VALORES DE DISEÑO POR m^3	CEMENTO	367.12	kg / m^3
	AGUA DE DISEÑO	205.00	lt/m^3
	FIBRA ADICIONADA	0.8013	kg / m^3
	Ag. FINO SECO	587.14	kg / m^3
	Ag. GRUESO SECO	1004.46	kg / m^3
CORRECIÓN POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS DE LOS VALORES DE DISEÑO			
CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS AGREGADOS	AGREGADO FINO	0.84	%
	AGREGADO GRUESO	0.21	%
PESO HÚMEDO DE LOS AGREGADOS	AGREGADO FINO	592.072	kg / m^3
	AGREGADO GRUESO	1006.569	kg / m^3
HUMEDAD SUPERFICIAL DE LOS AGREGADOS	AGREGADO FINO	-1.12	%
	AGREGADO GRUESO	-0.58	%
APORTE DE HUMEDAD DE LOS AGREGADOS	AGREGADO FINO	-6.576	lt/m^3
	AGREGADO GRUESO	-5.826	lt/m^3
	APORTE TOTAL	-12.402	lt/m^3
AGUA EFECTIVA	AGUA EFECTIVA	217.40	lt/m^3
PESO DE LOS MATERIALES CORREGIDOS POR HUMEDAD A SER EMPLEADOS EN LAS MEZCLAS DE PRUEBA POR m^3	CEMENTO	367.12	kg / m^3
	Ag. FINO HÚMEDO	592.07	kg / m^3
	Ag. GRUESO HÚMEDO	1006.57	kg / m^3
	AGUA EFECTIVA	217.40	lt/m^3
	FIBRA ADICIONADA	0.80	kg / m^3

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

RELACION AGUA / CEMENTO DE DISEÑO		0.56	
RELACION AGUA / CEMENTO EFECTIVA		0.59	
CÁLCULO DE LAS PROPORCIONES EN PESO (C : F : G : A : Fb)	CEMENTO	1	C
	Ag. FINO HÚMEDO	1.61	F
	Ag. GRUESO HÚMEDO	2.74	G
	AGUA EFECTIVA	0.59	A
	FIBRA ADICIONADA	0.002	Fb
CÁLCULO DE LAS PROPORCIONES EN PESO POR TANDA DE UN SACO	CEMENTO	42.50	kg / saco
	AGUA EFECTIVA	25.17	lt/saco
	Ag. FINO HÚMEDO	68.43	kg / saco
	Ag. GRUESO HÚMEDO	116.45	kg / saco
	FIBRA ADICIONADA	0.09	kg / saco

PROPORCION EN VOLUMEN %		PROPORCION EN PESO (Vol. = 1 M3)		
CEMENTO	12.68	CEMENTO	367.12	kg/m³
Ag. FINO	27.39	Ag. FINO	592.07	kg/m³
Ag. GRUESO	36.44	Ag. GRUESO	1006.57	kg/m³
AGUA	21.39	AGUA	217.40	lt/m³
FIBRA ADICIONADA	0.10	FIBRA ADICIONADA	0.80	kg/m³
AIRE	2.00	TOTAL	2183.96	kg/m³
TOTAL	100.00			

4.7.2. Diseño con Fibra de Maguey al 0.50%:

DISEÑO DE MEZCLA POR EL MÉTODO DE WALKER			
CARACTERÍSTICAS DEL CONCRETO			
Resistencia a la compresión especificada del concreto (f´c)		210	kgf / cm²
Resistencia promedio a la compresión del concreto (f´cr)		294	kgf / cm²
DISEÑO DE MEZCLA			
SELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO	Tipo de consistencia	Plástica	
	Asentamiento	3" a 4"	
CONCRETO A DISEÑAR	Concreto sin aire incorporado		
VOLUMEN UNITARIO DE AGUA	205		lt/m³
CONTENIDO DE AIRE TOTAL	2		%
RELACION AGUA / CEMENTO	0.5584		
FACTOR CEMENTO	367.1203		kg / m³
	8.6381		Bolsas / m³

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

CÁLCULO DE LOS VOLÚMENES ABSOLUTOS DE LOS ELEMENTOS DE LA PASTA	CEMENTO	0.1288	m^3
	AGUA	0.2050	m^3
	AIRE	0.0200	m^3
	SUMA DE VOLÚMENES	0.3538	m^3
VOLUMEN ABSOLUTO DE AGREGADOS	VOLUMEN ABSOLUTO	0.6462	m^3
PORCENTAJE DE FIBRA INCORPORADA	PORCENTAJE DE Fibra	0.50	%
	PORCENTAJE DE Fibra	0.0050	
PORCENTAJE DE AGREGADO FINO	PORCENTAJE DE Ag. FINO	42.72	%
	PORCENTAJE DE Ag. FINO	0.4272	
VOLÚMENES ABSOLUTOS DE LOS AGREGADOS	FIBRA ADICIONADA	0.0032	m^3
	AGREGADO FINO	0.2761	m^3
	AGREGADO GRUESO	0.3669	m^3
PESO SECO DE LOS AGREGADOS	FIBRA ADICIONADA	4.006	kg / m^3
	AGREGADO FINO	587.140	kg / m^3
	AGREGADO GRUESO	997.433	kg / m^3
CANTIDAD DE MATERIALES CALCULADOS POR EL MÉTODO WALKER A SER EMPLEADOS COMO VALORES DE DISEÑO POR m^3	CEMENTO	367.12	kg / m^3
	AGUA DE DISEÑO	205.00	lt/m^3
	FIBRA ADICIONADA	4.0064	kg / m^3
	Ag. FINO SECO	587.14	kg / m^3
	Ag. GRUESO SECO	997.43	kg / m^3
CORRECIÓN POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS DE LOS VALORES DE DISEÑO			
CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS AGREGADOS	AGREGADO FINO	0.84	%
	AGREGADO GRUESO	0.21	%
PESO HÚMEDO DE LOS AGREGADOS	AGREGADO FINO	592.072	kg / m^3
	AGREGADO GRUESO	999.528	kg / m^3
HUMEDAD SUPERFICIAL DE LOS AGREGADOS	AGREGADO FINO	-1.12	%
	AGREGADO GRUESO	-0.58	%
APORTE DE HUMEDAD DE LOS AGREGADOS	AGREGADO FINO	-6.576	lt/m^3
	AGREGADO GRUESO	-5.785	lt/m^3
	APORTE TOTAL	-12.361	lt/m^3
AGUA EFECTIVA	AGUA EFECTIVA	217.36	lt/m^3
PESO DE LOS MATERIALES CORREGIDOS POR HUMEDAD A SER EMPLEADOS EN LAS MEZCLAS DE PRUEBA POR m^3	CEMENTO	367.12	kg / m^3
	Ag. FINO HÚMEDO	592.07	kg / m^3
	Ag. GRUESO HÚMEDO	999.53	kg / m^3
	AGUA EFECTIVA	217.36	lt/m^3
	FIBRA ADICIONADA	4.01	kg / m^3
RELACION AGUA / CEMENTO DE DISEÑO		0.56	

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

RELACION AGUA / CEMENTO EFECTIVA		0.59	
CÁLCULO DE LAS PROPORCIONES EN PESO (C : F : G : A : Fb)	CEMENTO	1	C
	Ag. FINO HÚMEDO	1.61	F
	Ag. GRUESO HÚMEDO	2.72	G
	AGUA EFECTIVA	0.59	A
	FIBRA ADICIONADA	0.011	Fb
CÁLCULO DE LAS PROPORCIONES EN PESO POR TANDA DE UN SACO	CEMENTO	42.50	kg / saco
	AGUA EFECTIVA	25.16	lt/saco
	Ag. FINO HÚMEDO	68.43	kg / saco
	Ag. GRUESO HÚMEDO	115.60	kg / saco
	FIBRA ADICIONADA	0.47	kg / saco

PROPORCION EN VOLUMEN %		PROPORCION EN PESO (Vol. = 1 M3)		
CEMENTO	12.66	CEMENTO	367.12	kg/m³
Ag. FINO	27.35	Ag. FINO	592.07	kg/m³
Ag. GRUESO	36.13	Ag. GRUESO	999.53	kg/m³
AGUA	21.36	AGUA	217.36	lt/m³
FIBRA ADICIONADA	0.50	FIBRA ADICIONADA	4.01	kg/m³
AIRE	2.00	TOTAL	2180.09	kg/m³
TOTAL	100.00			

4.7.3. Diseño con Fibra de Maguey al 1.00%:

DISEÑO DE MEZCLA POR EL MÉTODO DE WALKER			
CARACTERÍSTICAS DEL CONCRETO			
Resistencia a la compresión especificada del concreto (f´c)		210	kgf / cm²
Resistencia promedio a la compresión del concreto (f´cr)		294	kgf / cm²
DISEÑO DE MEZCLA			
SELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO	Tipo de consistencia		Plástica
	Asentamiento		3" a 4"
CONCRETO A DISEÑAR	Concreto sin aire incorporado		
VOLUMEN UNITARIO DE AGUA	205		lt/m³
CONTENIDO DE AIRE TOTAL	2		%
RELACION AGUA / CEMENTO	0.5584		
FACTOR CEMENTO	367.1203		kg / m³
	8.6381		Bolsas / m³
	CEMENTO	0.1288	m³

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

CÁLCULO DE LOS VOLÚMENES ABSOLUTOS DE LOS ELEMENTOS DE LA PASTA	AGUA	0.2050	m^3
	AIRE	0.0200	m^3
	SUMA DE VOLÚMENES	0.3538	m^3
VOLUMEN ABSOLUTO DE AGREGADOS	VOLUMEN ABSOLUTO	0.6462	m^3
PORCENTAJE DE FIBRA INCORPORADA	PORCENTAJE DE Fibra	1.00	%
	PORCENTAJE DE Fibra	0.0100	
PORCENTAJE DE AGREGADO FINO	PORCENTAJE DE Ag. FINO	42.72	%
	PORCENTAJE DE Ag. FINO	0.4272	
VOLÚMENES ABSOLUTOS DE LOS AGREGADOS	FIBRA ADICIONADA	0.0065	m^3
	AGREGADO FINO	0.2761	m^3
	AGREGADO GRUESO	0.3637	m^3
PESO SECO DE LOS AGREGADOS	FIBRA ADICIONADA	8.013	kg / m^3
	AGREGADO FINO	587.140	kg / m^3
	AGREGADO GRUESO	988.650	kg / m^3
CANTIDAD DE MATERIALES CALCULADOS POR EL MÉTODO WALKER A SER EMPLEADOS COMO VALORES DE DISEÑO POR m^3	CEMENTO	367.12	kg / m^3
	AGUA DE DISEÑO	205.00	lt/m^3
	FIBRA ADICIONADA	8.0127	kg / m^3
	Ag. FINO SECO	587.14	kg / m^3
	Ag. GRUESO SECO	988.65	kg / m^3
CORRECIÓN POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS DE LOS VALORES DE DISEÑO			
CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS AGREGADOS	AGREGADO FINO	0.84	%
	AGREGADO GRUESO	0.21	%
PESO HÚMEDO DE LOS AGREGADOS	AGREGADO FINO	592.072	kg / m^3
	AGREGADO GRUESO	990.726	kg / m^3
HUMEDAD SUPERFICIAL DE LOS AGREGADOS	AGREGADO FINO	-1.12	%
	AGREGADO GRUESO	-0.58	%
APORTE DE HUMEDAD DE LOS AGREGADOS	AGREGADO FINO	-6.576	lt/m^3
	AGREGADO GRUESO	-5.734	lt/m^3
	APORTE TOTAL	-12.310	lt/m^3
AGUA EFECTIVA	AGUA EFECTIVA	217.31	lt/m^3
PESO DE LOS MATERIALES CORREGIDOS POR HUMEDAD A SER EMPLEADOS EN LAS MEZCLAS DE PRUEBA POR m^3	CEMENTO	367.12	kg / m^3
	Ag. FINO HÚMEDO	592.07	kg / m^3
	Ag. GRUESO HÚMEDO	990.73	kg / m^3
	AGUA EFECTIVA	217.31	lt/m^3
	FIBRA ADICIONADA	8.01	kg / m^3
RELACION AGUA / CEMENTO DE DISEÑO		0.56	
RELACION AGUA / CEMENTO EFECTIVA		0.59	

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

CÁLCULO DE LAS PROPORCIONES EN PESO (C : F : G : A : Fb)	CEMENTO	1	C
	Ag. FINO HÚMEDO	1.61	F
	Ag. GRUESO HÚMEDO	2.7	G
	AGUA EFECTIVA	0.59	A
	FIBRA ADICIONADA	0.022	Fb
CÁLCULO DE LAS PROPORCIONES EN PESO POR TANDA DE UN SACO	CEMENTO	42.50	kg / saco
	AGUA EFECTIVA	25.16	lt/saco
	Ag. FINO HÚMEDO	68.43	kg / saco
	Ag. GRUESO HÚMEDO	114.75	kg / saco
	FIBRA ADICIONADA	0.94	kg / saco

PROPORCION EN VOLUMEN %		PROPORCION EN PESO (Vol. = 1 M3)		
CEMENTO	12.63	CEMENTO	367.12	kg/m³
Ag. FINO	27.30	Ag. FINO	592.07	kg/m³
Ag. GRUESO	35.75	Ag. GRUESO	990.73	kg/m³
AGUA	21.32	AGUA	217.31	lt/m³
FIBRA ADICIONADA	1.00	FIBRA ADICIONADA	8.01	kg/m³
AIRE	2.00	TOTAL	2175.24	kg/m³
TOTAL	100.00			

4.8. HOJA DE CÁLCULO – DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO CON FIBRA NATURAL DE CAÑA DE AZÚCAR:

CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES A USAR PARA LA ELABORACIÓN DEL CONCRETO			
Cantera de donde se extraen los materiales	"LA PODEROSA"		
PROPIEDADES DE LOS AGREGADOS	Agregado Grueso	Agregado Fino	Fibra Caña Az.
Peso unitario suelto (kg/m³)	1,434.79	1,478.79	--
Peso unitario compactado (kg/m³)	1,648.56	1,634.80	--
Peso específico de masa (kg/m³)	2,718.51	2,126.93	1,250.00
P.E. superficialmente saturado seco (kg/m³)	2,740.00	1,374.21	--
Peso específico aparente (kg/m³)	2,778.23	2,217.09	--
Contenido de humedad (%)	0.21	0.84	--
Absorción (%)	0.79	1.96	--
Módulo de fineza (MF)	6.70	2.79	--
Tamaño máximo (pulg)	1"	--	--
Tamaño máximo nominal (pulg)	3/4"	--	--

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

CEMENTO	
Tipo de cemento portland a usar	Yura IP
Peso específico (g/cm^3)	2.85
Peso bolsa comercial (kg)	42.5
AGUA	
Agua Potable	SI
Peso específico (g/cm^3)	1.00

4.8.1. Diseño con Fibra de Caña de Azúcar al 0.10%:

DISEÑO DE MEZCLA POR EL MÉTODO DE WALKER			
CARACTERÍSTICAS DEL CONCRETO			
Resistencia a la compresión especificada del concreto (f´c)		210	kgf / cm^2
Resistencia promedio a la compresión del concreto (f´cr)		294	kgf / cm^2
DISEÑO DE MEZCLA			
SELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO	Tipo de consistencia		Plástica
	Asentamiento		3" a 4"
CONCRETO A DISEÑAR	Concreto sin aire incorporado		
VOLUMEN UNITARIO DE AGUA	205		lt/m^3
CONTENIDO DE AIRE TOTAL	2		%
RELACION AGUA / CEMENTO	0.5584		
FACTOR CEMENTO	367.1203		kg / m^3
	8.6381		Bolsas / m^3
CÁLCULO DE LOS VOLÚMENES ABSOLUTOS DE LOS ELEMENTOS DE LA PASTA	CEMENTO	0.1288	m^3
	AGUA	0.2050	m^3
	AIRE	0.0200	m^3
	SUMA DE VOLÚMENES	0.3538	m^3
VOLUMEN ABSOLUTO DE AGREGADOS	VOLUMEN ABSOLUTO	0.6462	m^3
PORCENTAJE DE FIBRA INCORPORADA	PORCENTAJE DE Fibra	0.10	%
	PORCENTAJE DE Fibra	0.0010	
PORCENTAJE DE AGREGADO FINO	PORCENTAJE DE Ag. FINO	42.72	%
	PORCENTAJE DE Ag. FINO	0.4272	
VOLÚMENES ABSOLUTOS DE LOS AGREGADOS	FIBRA ADICIONADA	0.0006	m^3
	AGREGADO FINO	0.2761	m^3

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

	AGREGADO GRUESO	0.3695	m^3
PESO SECO DE LOS AGREGADOS	FIBRA ADICIONADA	0.808	kg / m^3
	AGREGADO FINO	587.140	kg / m^3
	AGREGADO GRUESO	1004.460	kg / m^3
CANTIDAD DE MATERIALES CALCULADOS POR EL MÉTODO WALKER A SER EMPLEADOS COMO VALORES DE DISEÑO POR m^3	CEMENTO	367.12	kg / m^3
	AGUA DE DISEÑO	205.00	lt/m^3
	FIBRA ADICIONADA	0.8077	kg / m^3
	Ag. FINO SECO	587.14	kg / m^3
	Ag. GRUESO SECO	1004.46	kg / m^3
CORRECIÓN POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS DE LOS VALORES DE DISEÑO			
CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS AGREGADOS	AGREGADO FINO	0.84	%
	AGREGADO GRUESO	0.21	%
PESO HÚMEDO DE LOS AGREGADOS	AGREGADO FINO	592.072	kg / m^3
	AGREGADO GRUESO	1006.569	kg / m^3
HUMEDAD SUPERFICIAL DE LOS AGREGADOS	AGREGADO FINO	-1.12	%
	AGREGADO GRUESO	-0.58	%
APORTE DE HUMEDAD DE LOS AGREGADOS	AGREGADO FINO	-6.576	lt/m^3
	AGREGADO GRUESO	-5.826	lt/m^3
	APORTE TOTAL	-12.402	lt/m^3
AGUA EFECTIVA	AGUA EFECTIVA	217.40	lt/m^3
PESO DE LOS MATERIALES CORREGIDOS POR HUMEDAD A SER EMPLEADOS EN LAS MEZCLAS DE PRUEBA POR m^3	CEMENTO	367.12	kg / m^3
	Ag. FINO HÚMEDO	592.07	kg / m^3
	Ag. GRUESO HÚMEDO	1006.57	kg / m^3
	AGUA EFECTIVA	217.40	lt/m^3
	FIBRA ADICIONADA	0.81	kg / m^3
RELACION AGUA / CEMENTO DE DISEÑO		0.56	
RELACION AGUA / CEMENTO EFECTIVA		0.59	
CÁLCULO DE LAS PROPORCIONES EN PESO (C : F : G : A : Fb)	CEMENTO	1	C
	Ag. FINO HÚMEDO	1.61	F
	Ag. GRUESO HÚMEDO	2.74	G
	AGUA EFECTIVA	0.59	A
	FIBRA ADICIONADA	0.002	Fb
CÁLCULO DE LAS PROPORCIONES EN PESO POR TANDA DE UN SACO	CEMENTO	42.50	kg / saco
	AGUA EFECTIVA	25.17	lt/saco
	Ag. FINO HÚMEDO	68.43	kg / saco
	Ag. GRUESO HÚMEDO	116.45	kg / saco
	FIBRA ADICIONADA	0.09	kg / saco

PROPORCION EN VOLUMEN %		PROPORCION EN PESO (Vol. = 1 M3)		
CEMENTO	12.68	CEMENTO	367.12	kg/m^3
Ag. FINO	27.39	Ag. FINO	592.07	kg/m^3

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Ag. GRUESO	36.44	Ag. GRUESO	1006.57	kg/m³
AGUA	21.39	AGUA	217.40	lt/m³
FIBRA ADICIONADA	0.10	FIBRA ADICIONADA	0.81	kg/m³
AIRE	2.00	TOTAL	2183.97	kg/m³
TOTAL	100.00			

4.8.2. Diseño con Fibra de Caña de Azúcar al 0.50%:

DISEÑO DE MEZCLA POR EL MÉTODO DE WALKER			
CARACTERÍSTICAS DEL CONCRETO			
Resistencia a la compresión especificada del concreto (f´c)		210	kgf / cm²
Resistencia promedio a la compresión del concreto (f´cr)		294	kgf / cm²
DISEÑO DE MEZCLA			
SELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO	Tipo de consistencia		Plástica
	Asentamiento		3" a 4"
CONCRETO A DISEÑAR	Concreto sin aire incorporado		
VOLUMEN UNITARIO DE AGUA	205		lt/m³
CONTENIDO DE AIRE TOTAL	2		%
RELACION AGUA / CEMENTO	0.5584		
FACTOR CEMENTO	367.1203		kg / m³
	8.6381		Bolsas / m³
CÁLCULO DE LOS VOLÚMENES ABSOLUTOS DE LOS ELEMENTOS DE LA PASTA	CEMENTO	0.1288	m³
	AGUA	0.2050	m³
	AIRE	0.0200	m³
	SUMA DE VOLÚMENES	0.3538	m³
VOLUMEN ABSOLUTO DE AGREGADOS	VOLUMEN ABSOLUTO	0.6462	m³
PORCENTAJE DE FIBRA INCORPORADA	PORCENTAJE DE Fibra	0.50	%
	PORCENTAJE DE Fibra	0.0050	
PORCENTAJE DE AGREGADO FINO	PORCENTAJE DE Ag. FINO	42.72	%
	PORCENTAJE DE Ag. FINO	0.4272	
VOLÚMENES ABSOLUTOS DE LOS AGREGADOS	FIBRA ADICIONADA	0.0032	m³
	AGREGADO FINO	0.2761	m³
	AGREGADO GRUESO	0.3669	m³
PESO SECO DE LOS AGREGADOS	FIBRA ADICIONADA	4.039	kg / m³

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

	AGREGADO FINO	587.140	kg / m³
	AGREGADO GRUESO	997.433	kg / m³
CANTIDAD DE MATERIALES CALCULADOS POR EL MÉTODO WALKER A SER EMPLEADOS COMO VALORES DE DISEÑO POR m³	CEMENTO	367.12	kg / m³
	AGUA DE DISEÑO	205.00	lt/m³
	FIBRA ADICIONADA	4.0387	kg / m³
	Ag. FINO SECO	587.14	kg / m³
	Ag. GRUESO SECO	997.43	kg / m³
CORRECIÓN POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS DE LOS VALORES DE DISEÑO			
CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS AGREGADOS	AGREGADO FINO	0.84	%
	AGREGADO GRUESO	0.21	%
PESO HÚMEDO DE LOS AGREGADOS	AGREGADO FINO	592.072	kg / m³
	AGREGADO GRUESO	999.528	kg / m³
HUMEDAD SUPERFICIAL DE LOS AGREGADOS	AGREGADO FINO	-1.12	%
	AGREGADO GRUESO	-0.58	%
APORTE DE HUMEDAD DE LOS AGREGADOS	AGREGADO FINO	-6.576	lt/m³
	AGREGADO GRUESO	-5.785	lt/m³
	APORTE TOTAL	-12.361	lt/m³
AGUA EFECTIVA	AGUA EFECTIVA	217.36	lt/m³
PESO DE LOS MATERIALES CORREGIDOS POR HUMEDAD A SER EMPLEADOS EN LAS MEZCLAS DE PRUEBA POR m³	CEMENTO	367.12	kg / m³
	Ag. FINO HÚMEDO	592.07	kg / m³
	Ag. GRUESO HÚMEDO	999.53	kg / m³
	AGUA EFECTIVA	217.36	lt/m³
	FIBRA ADICIONADA	4.04	kg / m³
RELACION AGUA / CEMENTO DE DISEÑO		0.56	
RELACION AGUA / CEMENTO EFECTIVA		0.59	
CÁLCULO DE LAS PROPORCIONES EN PESO (C : F : G : A : Fb)	CEMENTO	1	C
	Ag. FINO HÚMEDO	1.61	F
	Ag. GRUESO HÚMEDO	2.72	G
	AGUA EFECTIVA	0.59	A
	FIBRA ADICIONADA	0.011	Fb
CÁLCULO DE LAS PROPORCIONES EN PESO POR TANDA DE UN SACO	CEMENTO	42.50	kg / saco
	AGUA EFECTIVA	25.16	lt/saco
	Ag. FINO HÚMEDO	68.43	kg / saco
	Ag. GRUESO HÚMEDO	115.60	kg / saco
	FIBRA ADICIONADA	0.47	kg / saco

PROPORCION EN VOLUMEN %		PROPORCION EN PESO (Vol. = 1 M3)		
CEMENTO	12.66	CEMENTO	367.12	kg/m³
Ag. FINO	27.35	Ag. FINO	592.07	kg/m³
Ag. GRUESO	36.13	Ag. GRUESO	999.53	kg/m³
AGUA	21.36	AGUA	217.36	lt/m³

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

FIBRA ADICIONADA	0.50	FIBRA ADICIONADA	4.04	kg/m³
AIRE	2.00	TOTAL	2180.12	kg/m³
TOTAL	100.00			

4.8.3. Diseño con Fibra de Caña de Azúcar al 1.00%:

DISEÑO DE MEZCLA POR EL MÉTODO DE WALKER			
CARACTERÍSTICAS DEL CONCRETO			
Resistencia a la compresión especificada del concreto (f´c)		210	kgf / cm²
Resistencia promedio a la compresión del concreto (f´cr)		294	kgf / cm²
DISEÑO DE MEZCLA			
SELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO	Tipo de consistencia	Plástica	
	Asentamiento	3" a 4"	
CONCRETO A DISEÑAR	Concreto sin aire incorporado		
VOLUMEN UNITARIO DE AGUA	205		lt/m³
CONTENIDO DE AIRE TOTAL	2		%
RELACION AGUA / CEMENTO	0.5584		
FACTOR CEMENTO	367.1203		kg / m³
	8.6381		Bolsas / m³
CÁLCULO DE LOS VOLÚMENES ABSOLUTOS DE LOS ELEMENTOS DE LA PASTA	CEMENTO	0.1288	m³
	AGUA	0.2050	m³
	AIRE	0.0200	m³
	SUMA DE VOLÚMENES	0.3538	m³
VOLUMEN ABSOLUTO DE AGREGADOS	VOLUMEN ABSOLUTO	0.6462	m³
PORCENTAJE DE FIBRA INCORPORADA	PORCENTAJE DE Fibra	1.00	%
	PORCENTAJE DE Fibra	0.0100	
PORCENTAJE DE AGREGADO FINO	PORCENTAJE DE Ag. FINO	42.72	%
	PORCENTAJE DE Ag. FINO	0.4272	
VOLÚMENES ABSOLUTOS DE LOS AGREGADOS	FIBRA ADICIONADA	0.0065	m³
	AGREGADO FINO	0.2761	m³
	AGREGADO GRUESO	0.3637	m³
PESO SECO DE LOS AGREGADOS	FIBRA ADICIONADA	8.077	kg / m³
	AGREGADO FINO	587.140	kg / m³
	AGREGADO GRUESO	988.650	kg / m³

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

CANTIDAD DE MATERIALES CALCULADOS POR EL MÉTODO WALKER A SER EMPLEADOS COMO VALORES DE DISEÑO POR m^3	CEMENTO	367.12	kg / m^3
	AGUA DE DISEÑO	205.00	lt/m^3
	FIBRA ADICIONADA	8.0773	kg / m^3
	Ag. FINO SECO	587.14	kg / m^3
	Ag. GRUESO SECO	988.65	kg / m^3
CORRECIÓN POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS DE LOS VALORES DE DISEÑO			
CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS AGREGADOS	AGREGADO FINO	0.84	%
	AGREGADO GRUESO	0.21	%
PESO HÚMEDO DE LOS AGREGADOS	AGREGADO FINO	592.072	kg / m^3
	AGREGADO GRUESO	990.726	kg / m^3
HUMEDAD SUPERFICIAL DE LOS AGREGADOS	AGREGADO FINO	-1.12	%
	AGREGADO GRUESO	-0.58	%
APORTE DE HUMEDAD DE LOS AGREGADOS	AGREGADO FINO	-6.576	lt/m^3
	AGREGADO GRUESO	-5.734	lt/m^3
	APORTE TOTAL	-12.310	lt/m^3
AGUA EFECTIVA	AGUA EFECTIVA	217.31	lt/m^3
PESO DE LOS MATERIALES CORREGIDOS POR HUMEDAD A SER EMPLEADOS EN LAS MEZCLAS DE PRUEBA POR m^3	CEMENTO	367.12	kg / m^3
	Ag. FINO HÚMEDO	592.07	kg / m^3
	Ag. GRUESO HÚMEDO	990.73	kg / m^3
	AGUA EFECTIVA	217.31	lt/m^3
	FIBRA ADICIONADA	8.08	kg / m^3
RELACION AGUA / CEMENTO DE DISEÑO		0.56	
RELACION AGUA / CEMENTO EFECTIVA		0.59	
CÁLCULO DE LAS PROPORCIONES EN PESO (C : F : G : A : Fb)	CEMENTO	1	C
	Ag. FINO HÚMEDO	1.61	F
	Ag. GRUESO HÚMEDO	2.7	G
	AGUA EFECTIVA	0.59	A
	FIBRA ADICIONADA	0.022	Fb
CÁLCULO DE LAS PROPORCIONES EN PESO POR TANDA DE UN SACO	CEMENTO	42.50	kg / saco
	AGUA EFECTIVA	25.16	lt/saco
	Ag. FINO HÚMEDO	68.43	kg / saco
	Ag. GRUESO HÚMEDO	114.75	kg / saco
	FIBRA ADICIONADA	0.94	kg / saco

PROPORCION EN VOLUMEN %		PROPORCION EN PESO (Vol. = 1 M3)		
CEMENTO	12.63	CEMENTO	367.12	kg/m^3
Ag. FINO	27.30	Ag. FINO	592.07	kg/m^3
Ag. GRUESO	35.75	Ag. GRUESO	990.73	kg/m^3
AGUA	21.32	AGUA	217.31	lt/m^3
FIBRA ADICIONADA	1.00	FIBRA ADICIONADA	8.08	kg/m^3

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

AIRE	**2.00**	**TOTAL**	**2175.31 kg/m³**
TOTAL	**100.00**		

4.9. PROPORCIONES DE DISEÑO EN LABORATORIO:

TABLA 4.11 Dosificación por tanda en laboratorio.

						TANDA				
MOLDE	**Área (cm²)**	**h (cm)**	**Vol. (cm³)**	**Vol. (m³)**	**Vol. + 5% (m³)**	**Nro Muestras**	**Vol. (m³)**	**Vol. (pie³)**	**Dosificación Estándar**	
PROBETA	91.74	20.51	1881.62	0.0019	0.0020	24.0	0.0474	1.6745	Cemento	**1.5**
VIGA	750.00	15.00	11250.00	0.0113	0.0118	9.0	0.1063	3.7544	Ag. Fino	**2.5**
CUBO	25.00	5.00	125.00	0.0001	0.0001	36.0	0.0047	0.1669	Ag. Grueso	**4.2**
LOSA	1225.00	5.00	6125.00	0.0061	0.0064	3.0	0.0193	0.6814	Agua	**0.9**
			19381.62	**0.0194**	**0.0204**	**72.0**	**0.1777**	**6.2771**	Fibra	**Δ**

Fuente: Elaboración propia.



FIGURA 4.2 Matriz de concreto con fibra sintética de Polipropileno.



FIGURA 4.3 Matriz de concreto con fibra natural de Maguey.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA



FIGURA 4.4 Matriz de concreto con fibra natural de Caña de Azúcar.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

CUADRO 4.3 Proporciones de diseño en laboratorio.

		x2	x2	L = 5.5 cm			L = 10.0 cm			L = 5.5 cm + ChemaPlast			Tamiz N° 4			Tamiz N° 8			TOTAL	
	Concreto Pre-Diseño	Concreto Patrón	Concreto Fb. Sintética	Concreto Maguey 0.10%	Concreto Maguey 0.50%	Concreto Maguey 1.00%	Concreto Maguey 0.10%	Concreto Maguey 0.50%	Concreto Maguey 1.00%	Concreto Maguey 0.10%	Concreto Maguey 0.50%	Concreto Maguey 1.00%	Concreto Caña Az. 0.10%	Concreto Caña Az. 0.50%	Concreto Caña Az. 1.00%	Concreto Caña Az. 0.10%	Concreto Caña Az. 0.50%	Concreto Caña Az. 1.00%		
	PROPORCIONES EN PESO POR TANDA																			
CEMENTO		130.510	130.510	65.255	65.255	65.255	65.255	65.255	65.255	65.255	65.255	65.255	65.255	65.255	65.255	65.255	65.255	65.255	**1,239.844**	**kg**
Ag. FINO		210.480	210.480	105.240	105.240	105.240	105.240	105.240	105.240	105.240	105.240	105.240	105.240	105.240	105.240	105.240	105.240	105.240	**1,999.555**	**kg**
Ag. GRUESO		358.457	358.457	178.916	177.664	176.100	178.916	177.664	176.100	178.916	177.664	176.100	178.916	177.664	176.100	178.916	177.664	176.100	**3,380.313**	**kg**
AGUA		77.289	77.289	38.643	38.636	38.626	38.643	38.636	38.626	38.643	38.636	38.626	38.643	38.636	38.626	38.643	38.636	38.626	**734.102**	**lt**
FIBRA SINTÉTICA			0.097																**0.097**	**kg**
Fb. MAGUEY 0.10%				0.142			0.142			0.142									**0.427**	**kg**
Fb. MAGUEY 0.50%					0.712			0.712			0.712								**2.136**	**kg**
Fb. MAGUEY 1.00%						1.424			1.424			1.424							**4.273**	**kg**
Fb. CAÑA Az. 0.10%													0.144			0.144			**0.287**	**kg**
Fb. CAÑA Az. 0.50%														0.718			0.718		**1.436**	**kg**
Fb. CAÑA Az. 1.00%															1.436			1.436	**2.871**	**kg**
Peso Tanda (kg)	**0.00**	**776.74**	**776.83**	**388.20**	**387.51**	**386.65**	**388.20**	**387.51**	**386.65**	**388.20**	**387.51**	**386.65**	**388.20**	**387.51**	**386.66**	**388.20**	**387.51**	**386.66**	**7,365.34**	**kg**
	CANTIDAD DE MUESTRAS POR TANDA																			
PROBETA	58	48	48	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	**514**	**und**
VIGA		18	18	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	**171**	**und**
CUBO		72	72	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	**684**	**und**
LOSA		6	6	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	**57**	**und**
No MUESTRAS	**58**	**144**	**144**	**72**	**72**	**72**	**72**	**72**	**72**	**72**	**72**	**72**	**72**	**72**	**72**	**72**	**72**	**72**	**1,426**	**und**

Fuente: Elaboración propia.

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

4.10. CONSIDERACIONES PARA LA PREPARACIÓN, COLOCACIÓN Y CURADO DEL CONCRETO:

4.10.1. Verificación de equipos de mezclado, transporte y vibrado:

Para la preparación de mezcla de concreto fresco solo debe permitirse el mezclado mecánico (prohibido el mezclado manual o con uso de palas) con trompos mezcladores o mezcladores de eje vertical, el equipo debe estar operativo, alineado, correctamente estacionado y todas las partes móviles deben funcionar sin problemas. El interior de la mezcladora no debe presentar agujeros que permitan escapar el agua, debe estar limpio y sin concreto endurecido adherido en el interior o en las paletas de mezclado.

Los equipos que se utilicen para el transporte de la mezcla de concreto fresco, como buguies, carretillas, winches, baldes o latas concreteras, entre otros; deben estar en óptimo estado, limpios y sin agujeros, sin restos de concreto endurecido, óxido, grasas u otros agentes que afecten la calidad de la mezcla de concreto.



FIGURA 4.5 Equipos para mezclado, transporte y vibrado del concreto.

Elegir un vibrador acorde con el tamaño y tipo de estructura donde se vibrará el concreto (Tabla 4.12), el equipo de vibrado deberá funcionar

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

correctamente, no usar equipos deteriorados o de funcionamiento incorrecto ya que se pondría en riesgo la integridad del operador del equipo.

TABLA 4.12 Especificaciones del equipo para vibrado del concreto fresco.

GRUPO	DÍAMETRO DE CABEZA (pulgadas)	FRECUENCIA (Hertz)	RADIO DE ACCIÓN (cm)	VELOCIDAD DE COLOCACIÓN (m^3/hora)	APLICACIÓN
1	3/4" a 1 1/2"	9000 a 15000	7.5 a 15	1 a 5	Concreto plástico y fluidos. Elementos muy delgados. Áreas congestionadas. Testigos de laboratorio
2	1 1/4" a 2 1/2"	8500 a 12500	12.5 a 25.0	3 a 10	Concreto plástico en placas delgadas, vigas, columnas, pilotes prefabricados, losas delgadas y a lo largo de las juntas de construcción.
3	1 1/4" a 2 1/2"	8000 a 12000	17.5 a 35.0	6 a 20	Concreto plástico seco (menos de 3" de Slump) en la construcción general tal como placas, columnas, vigas, pilotes prefabricados y losas pesadas.
4	3" a 6"	7000 a 10000	30.0 a 50.0	15 a 40	Concreto masivo estructural (Slump de 0" a 2") vaciado en volúmenes hasta de 3 m^3 en encofrados relativamente abiertos en construcción pesada.
5	5" a 7"	5500 a 8500	40.0 a 60.0	25 a 50	Concreto masivo en presas de gravedad, grandes muelles, muros de gran tamaño, entre otros.

Fuente: (SENCICO, 2014, pág. 31).

4.10.2. Carguío y mezclado del concreto:

SENCICO (2014), en su Manual de preparación, colocación y cuidados del concreto, brinda las siguientes consideraciones para el carguío de los materiales a la mezcladora:

a. Si es planta o dosificadora de concreto, primero ingrese a la mezcladora o mixer 20% del agua, seguido en forma continua por la totalidad del agregado fino (arena), y del agregado grueso (piedra), la totalidad del cemento y el 60 % del agua; finalmente agregue y ajuste la fluidez de la mezcla con el 20 % del agua restante.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

b. Si el equipo es una mezcladora de eje vertical, primero adicione el 50% del agua, luego la totalidad del agregado grueso, seguido de la totalidad del agregado fino, luego la totalidad del cemento y finalmente adicione el 50% del agua restante ajustando la fluidez deseada.
c. Si el equipo es un trompo con tolva, primero coloque la totalidad del agregado grueso y esparcirlo en forma uniforme sobre la tolva, con la finalidad que los otros materiales no se peguen cuando se levanta la tolva. Luego adicione el agregado fino y esparcirlo como una cama en la tolva, finalmente coloque la totalidad del cemento. Adicione el 80 % del agua a la mezcladora é inmediatamente levante la tolva que contiene los agregados y el cemento, una vez que estén dentro ajuste la fluidez con el 20% del agua restante.
d. Si el trompo no tiene tolva, primero agregue el 50 % del agua, ingrese todo el agregado grueso, luego toda la arena, agregue 30 % más de agua, coloque todo el cemento y finalmente ajuste la fluidez deseada con el 20 % del agua restante.
e. Si va usar aditivo químico en la mezcla, con la finalidad de modificar alguna o varias de las propiedades de la mezcla, en estado fresco o endurecido, consulte la ficha técnica del producto y siga las recomendaciones del fabricante de cómo adicionarlo o introducirlo.

Para la presente investigación, considerando el uso de una mezcladora tipo trompo sin tolva, se opta por seguir el punto (d) para la colocación de los materiales a la mezcladora.

En el mezclado se debe lograr una combinación total de los materiales a fin de obtener una masa uniforme, la duración del mezclado se establece desde el momento en que todos los materiales sólidos han sido cargados en la mezcladora. Por lo general, un tiempo menor a 90 segundos (01 minuto y medio) produce una mezcla heterogénea y una pérdida de resistencia al concreto ya endurecido. En la Tabla 4.13 se muestran valores típicos de tiempos de mezclado para diferentes capacidades de mezcladoras.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

TABLA 4.13 Valores típicos de tiempos de mezclado.

CAPACIDAD DE MEZCLADORA		TIEMPO DE MEZCLADO
m^3	yd^3	minutos
0.8	1	1
1.5	2	1 ¼
2.3	3	1 ½
3.1	4	1 ¾
3.8	5	2
4.6	6	2 ¼
7.6	10	3 ¼

Fuente: (Neville & Brooks, 1998, pág. 101).



FIGURA 4.6 Dosificación para carguío y mezclado del concreto.

4.10.3. Colocación y Curado del concreto:

Una vez mezclado el concreto correctamente, se descarga suavemente sobre los equipos de transporte (no llenar más del 80% del volumen total del equipo de transporte), evitando salpicaduras violentas de la mezcla. La mezcla de concreto debe ser depositada lo más cerca posible de su ubicación final para evitar segregación de la mezcla por su manipulación o desplazamiento.

La colocación de la mezcla de concreto será en un proceso de operación contínua, en capas, y con una compactación contínua (vibración o varillado,

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Tabla 4.14) para eliminar las burbujas atrapadas en la mezcla, con ello alcanzar la máxima densidad de la mezcla y por ende la máxima resistencia.

TABLA 4.14 Número de capas requeridas en la elaboración de muestras.

Tipo de tamaño de la muestra, en mm	Método de Compactación	Número de capas	Altura aprox. de la capa, en mm
CILINDROS			
Hasta 300	Varillado	3 iguales	100
Mayor que 300	Varillado	Las requeridas	
Hasta 460	Vibración	2 iguales	200
Mayor que 460	Vibración	3 ó más	
PRISMAS			
Hasta 200	Varillado	2 iguales	100
Mayor que 200	Varillado	3 ó más	
Hasta 200	Vibración	1	200
Mayor que 200	Vibración	2 ó más	

Fuente: (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 05-2016, pág. 777).

Luego de la compactación, efectuar el acabado con las mínimas manipulaciones de los moldes con concreto, de tal manera que la superficie quede plana y pareja a nivel del lado del molde. Los moldes serán retirados en un tiempo no menor de 20 horas ni mayor de 48 horas después de colocada la mezcla (cuando se empleen aditivos los tiempos pueden variar según las especificaciones técnicas).



FIGURA 4.7 Colocación y acabado de las muestras de concreto en moldes.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

El curado húmedo de las muestras extraídas se realizará con agua libre en su superficie en todo tiempo, ello se logra por inmersión en agua saturada con cal. Las muestras no deben ser expuestas a goteo directo o corriente de agua, y libre de vibraciones.



FIGURA 4.8 Poza de curado húmedo para las muestras de concreto.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

CAPÍTULO 5 – RESULTADOS Y ANÁLISIS DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO

5.1. ASENTAMIENTO DEL CONCRETO (SLUMP):

TABLA 5.1 Resultados del ensayo de asentamiento para diferentes tipos de concreto.

N°	CÓDIGO	TIPO	Asentamiento (3" - 4")	
			pulg	Δ (%)
1	CP1-S/F	CONCRETO PATRÓN 1	3.0	0.00
2	CP2-S/F	CONCRETO PATRÓN 2	4.0	0.00
3	CH-UF1	CHEMA FIBRA ULTRAFINA 1	3.0	-14.29
4	CH-UF2	CHEMA FIBRA ULTRAFINA 2	3.0	-14.29
5	CAZ-T4/0.10	CAÑA DE AZÚCAR N°4 0.10%	3.1	-11.43
6	CAZ-T4/0.50	CAÑA DE AZÚCAR N°4 0.50%	2.8	-20.00
7	CAZ-T4/1.00	CAÑA DE AZÚCAR N°4 1.00%	2.3	-34.29
8	CAZ-T8/0.10	CAÑA DE AZÚCAR N°8 0.10%	4.0	14.29
9	CAZ-T8/0.50	CAÑA DE AZÚCAR N°8 0.50%	3.5	0.00
10	CAZ-T8/1.00	CAÑA DE AZÚCAR N°8 1.00%	3.0	-14.29
11	MGY-L1/0.10	MAGUEY (5.5cm) 0.10%	3.2	-8.57
12	MGY-L1/0.50	MAGUEY (5.5cm) 0.50%	2.5	-28.57
13	MGY-L1/1.00	MAGUEY (5.5cm) 1.00%	1.3	-62.86
14	MGY-L2/0.10	MAGUEY (10.0cm) 0.10%	3.6	2.86
15	MGY-L2/0.50	MAGUEY (10.0cm) 0.50%	2.9	-17.14
16	MGY-L2/1.00	MAGUEY (10.0cm) 1.00%	2.0	-42.86
17	MGY-L1/0.10 (CH-PLAST)	MAGUEY (5.5cm + Adt) 0.10%	5.8	65.71
18	MGY-L1/0.50 (CH-PLAST)	MAGUEY (5.5cm + Adt) 0.50%	4.0	14.29
19	MGY-L1/1.00 (CH-PLAST)	MAGUEY (5.5cm + Adt) 1.00%	3.2	-8.57

Fuente: Elaboración propia.

El concreto patrón tiene un asentamiento plástico entre 3” y 4”, con la adición de la fibra de polipropileno el asentamiento se mantuvo dentro de este rango (3”), en tanto el concreto con fibra natural de maguey muestra que sólo al

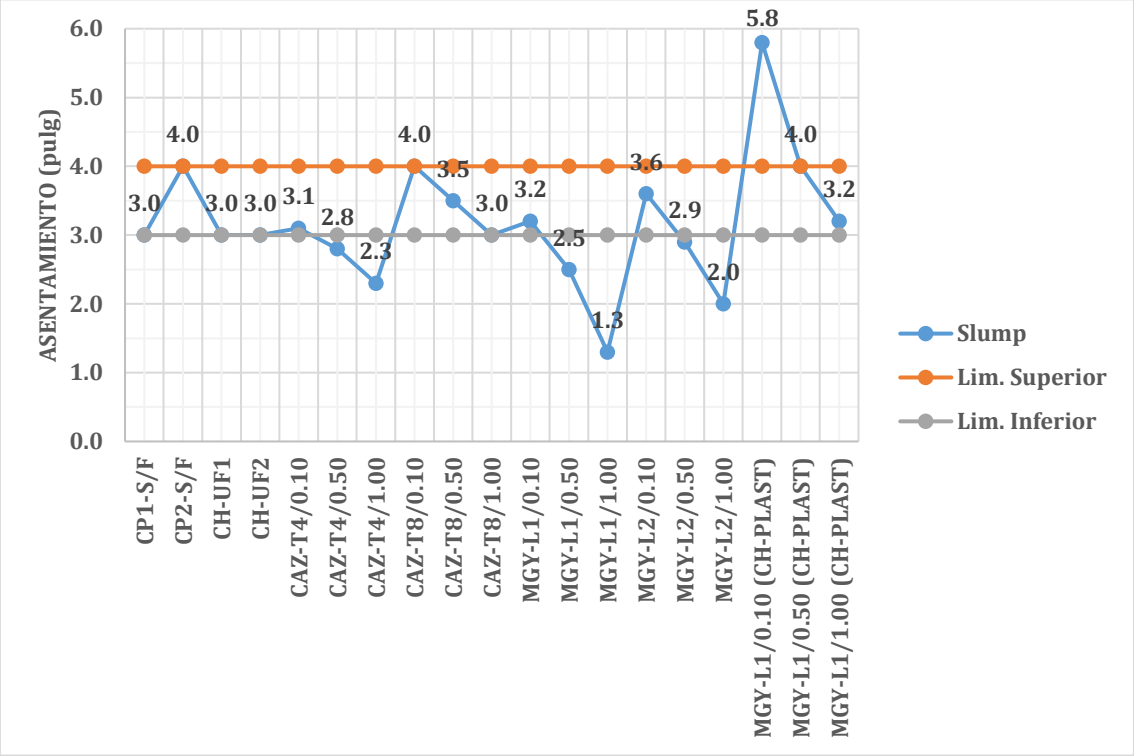
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

0.1% de contenido de fibra es aceptable dentro del asentamiento plástico, esto para ambas longitudes de fibra (5.5 y 10 cm); mientras que con la adición del aditivo plastificante, para una longitud de fibra natural de maguey de 5.5cm, se corrige el asentamiento plástico para un contenido de fibra entre 0.5% al 1.0%, pero la sustitución al 0.1% resulta una mezcla fluida (5.8"). El concreto con fibra natural de caña de azúcar se mantuvo dentro de los límites plástico únicamente para la fibra de Tamiz N°8, la fibra de Tamiz N°4 tuvo un asentamiento menor del tipo seco (2.3"). Ver Gráfico 5.1.

GRÁFICO 5.1 Asentamiento del concreto c/s fibra.



Fuente: Elaboración propia.

5.2. EXUDACIÓN DEL CONCRETO:

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

TABLA 5.2 Volumen de agua exudada para diferentes tipos de concreto.

MUESTRAS DE CONCRETO		TIEMPO (min)												V total
N°	TIPO	0	10	20	30	40	70	100	130	160	190	220	250	280	ml
1	CONCRETO PATRÓN 1	-	3.0	3.5	5.0	10.0	27.0	23.0	13.0	7.0	4.0	-	-	-	**95.50**
2	CONCRETO PATRÓN 2	-	2.5	4.0	6.0	9.0	26.0	24.0	14.0	8.0	3.5	-	-	-	**97.00**
3	CHEMA FIBRA ULTRAFINA 1	-	-	2.0	6.0	18.0	28.5	17.0	12.0	8.0	5.0	-	-	-	**96.50**
4	CHEMA FIBRA ULTRAFINA 2	-	-	3.0	5.0	16.0	27.0	19.0	15.0	7.0	5.5	-	-	-	**97.50**
5	CAÑA DE AZÚCAR N°4 0.10%	-	2.0	3.5	6.0	11.0	26.0	21.0	12.5	8.0	3.5	-	-	-	**93.50**
6	CAÑA DE AZÚCAR N°4 0.50%	-	-	2.5	5.0	8.5	18.0	22.0	19.0	11.0	6.0	-	-	-	**92.00**
7	CAÑA DE AZÚCAR N°4 1.00%	-	-	-	2.0	4.5	14.0	19.0	17.0	12.0	8.0	6.0	-	-	**82.50**
8	CAÑA DE AZÚCAR N°8 0.10%	-	2.0	2.0	3.5	12.0	27.0	19.0	12.0	9.0	4.0	4.0	-	-	**94.50**
9	CAÑA DE AZÚCAR N°8 0.50%	-	-	2.0	5.5	8.0	13.5	24.0	21.0	11.0	5.0	-	-	-	**90.00**
10	CAÑA DE AZÚCAR N°8 1.00%	-	-	-	1.0	2.0	4.0	24.0	26.0	16.0	11.0	3.0	-	-	**87.00**
11	MAGUEY (5.5cm) 0.10%	-	-	-	3.0	7.0	28.0	22.0	18.0	10.0	5.0	3.0	-	-	**96.00**
12	MAGUEY (5.5cm) 0.50%	-	-	-	1.5	2.0	22.0	25.0	19.5	10.0	6.0	6.0	-	-	**92.00**
13	MAGUEY (5.5cm) 1.00%	-	-	-	1.0	2.0	6.0	11.0	17.5	13.0	9.0	6.5	5.0	-	**71.00**
14	MAGUEY (10.0cm) 0.10%	-	-	-	2.0	4.5	13.5	23.0	19.0	17.0	12.0	5.5	-	-	**96.50**
15	MAGUEY (10.0cm) 0.50%	-	-	-	2.0	3.5	7.0	12.0	22.0	15.0	7.5	3.0	-	-	**72.00**
16	MAGUEY (10.0cm) 1.00%	-	-	-	-	2.0	6.0	6.0	15.0	12.0	10.0	6.0	6.0	-	**63.00**
17	MAGUEY (5.5cm + Adt) 0.10%	-	-	3.0	6.0	10.0	28.0	25.5	21.0	17.5	6.0	-	-	-	**117.00**
18	MAGUEY (5.5cm + Adt) 0.50%	-	-	2.0	6.5	8.0	19.0	26.0	23.0	15.0	8.0	4.0	-	-	**111.50**
19	MAGUEY (5.5cm + Adt) 1.00%	-	-	2.0	6.0	9.0	15.0	22.0	18.0	14.0	9.5	5.0	-	-	**100.50**

Fuente: Elaboración propia.

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

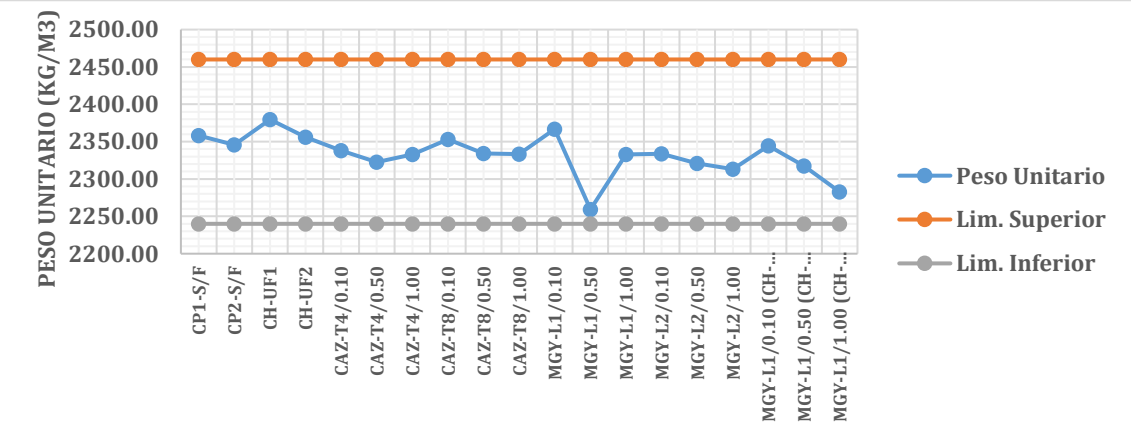
TABLA 5.3 Resultados del ensayo de exudación para diferentes tipos de concreto.

N°	CÓDIGO	TIPO	EXUDACIÓN	
			ml/cm²	%
1	CP1-S/F	CONCRETO PATRÓN 1	0.188	3.1%
2	CP2-S/F	CONCRETO PATRÓN 2	0.191	3.2%
3	CH-UF1	CHEMA FIBRA ULTRAFINA 1	0.190	3.2%
4	CH-UF2	CHEMA FIBRA ULTRAFINA 2	0.192	3.2%
5	CAZ-T4/0.10	CAÑA DE AZÚCAR N°4 0.10%	0.185	3.0%
6	CAZ-T4/0.50	CAÑA DE AZÚCAR N°4 0.50%	0.182	3.0%
7	CAZ-T4/1.00	CAÑA DE AZÚCAR N°4 1.00%	0.163	2.8%
8	CAZ-T8/0.10	CAÑA DE AZÚCAR N°8 0.10%	0.186	3.1%
9	CAZ-T8/0.50	CAÑA DE AZÚCAR N°8 0.50%	0.178	3.0%
10	CAZ-T8/1.00	CAÑA DE AZÚCAR N°8 1.00%	0.172	2.9%
11	MGY-L1/0.10	MAGUEY (5.5cm) 0.10%	0.189	3.1%
12	MGY-L1/0.50	MAGUEY (5.5cm) 0.50%	0.182	3.1%
13	MGY-L1/1.00	MAGUEY (5.5cm) 1.00%	0.140	2.5%
14	MGY-L2/0.10	MAGUEY (10.0cm) 0.10%	0.190	3.2%
15	MGY-L2/0.50	MAGUEY (10.0cm) 0.50%	0.142	2.4%
16	MGY-L2/1.00	MAGUEY (10.0cm) 1.00%	0.124	2.1%
17	MGY-L1/0.10 (CH-PLAST)	MAGUEY (5.5cm + Adt) 0.10%	0.231	3.8%
18	MGY-L1/0.50 (CH-PLAST)	MAGUEY (5.5cm + Adt) 0.50%	0.220	3.6%
19	MGY-L1/1.00 (CH-PLAST)	MAGUEY (5.5cm + Adt) 1.00%	0.198	3.3%

Fuente: Elaboración propia.

5.3. PESO UNITARIO DEL CONCRETO:

GRÁFICO 5.2 Peso Unitario del concreto fresco



Fuente: Elaboración propia.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

TABLA 5.4 Resultados del ensayo de peso unitario de producción para diferentes tipos de concreto.

N°	CÓDIGO	TIPO	Peso Unitario (Densidad) W = (Mc-Mm)/Vm				Rendimiento Y = W1/W		Rendimiento Relativo Ry = Y/Yd		Contenido de Cemento N = Nt/Y	
			Mc (kg)	Mm (kg)	Vm (m^3)	W (kg/m^3)	W1 (kg)	Y (m^3)	Yd (m^3)	Ry	Nt (kg)	N (kg/m^3)
1	CP1-S/F	CONCRETO PATRÓN 1	26.970	4.825	0.00939	2358.30	388.368	0.165	0.178	0.926	65.255	396.25
2	CP2-S/F	CONCRETO PATRÓN 2	26.850	4.825	0.00939	2345.52	388.368	0.166	0.178	0.932	65.255	394.10
3	CH-UF1	CHEMA FIBRA ULTRAFINA 1	27.170	4.825	0.00939	2379.60	388.417	0.163	0.178	0.918	65.255	399.78
4	CH-UF2	CHEMA FIBRA ULTRAFINA 2	26.950	4.825	0.00939	2356.17	388.417	0.165	0.178	0.927	65.255	395.84
5	CAZ-T4/0.10	CAÑA DE AZÚCAR N°4 0.10%	26.780	4.825	0.00939	2338.07	388.197	0.166	0.178	0.934	65.255	393.02
6	CAZ-T4/0.50	CAÑA DE AZÚCAR N°4 0.50%	26.635	4.825	0.00939	2322.63	387.512	0.167	0.178	0.939	65.255	391.12
7	CAZ-T4/1.00	CAÑA DE AZÚCAR N°4 1.00%	26.730	4.825	0.00939	2332.75	386.657	0.166	0.178	0.933	65.255	393.69
8	CAZ-T8/0.10	CAÑA DE AZÚCAR N°8 0.10%	26.920	4.825	0.00939	2352.98	388.197	0.165	0.178	0.928	65.255	395.53
9	CAZ-T8/0.50	CAÑA DE AZÚCAR N°8 0.50%	26.745	4.825	0.00939	2334.34	387.512	0.166	0.178	0.934	65.255	393.09
10	CAZ-T8/1.00	CAÑA DE AZÚCAR N°8 1.00%	26.735	4.825	0.00939	2333.28	386.657	0.166	0.178	0.932	65.255	393.78
11	MGY-L1/0.10	MAGUEY (5.5cm) 0.10%	27.050	4.825	0.00939	2366.82	388.196	0.164	0.178	0.923	65.255	397.86
12	MGY-L1/0.50	MAGUEY (5.5cm) 0.50%	26.040	4.825	0.00939	2259.27	387.507	0.172	0.178	0.965	65.255	380.45
13	MGY-L1/1.00	MAGUEY (5.5cm) 1.00%	26.730	4.825	0.00939	2332.75	386.645	0.166	0.178	0.932	65.255	393.70
14	MGY-L2/0.10	MAGUEY (10.0cm) 0.10%	26.740	4.825	0.00939	2333.81	388.196	0.166	0.178	0.936	65.255	392.31
15	MGY-L2/0.50	MAGUEY (10.0cm) 0.50%	26.620	4.825	0.00939	2321.03	387.507	0.167	0.178	0.939	65.255	390.85
16	MGY-L2/1.00	MAGUEY (10.0cm) 1.00%	26.545	4.825	0.00939	2313.04	386.645	0.167	0.178	0.940	65.255	390.38
17	MGY-L1/0.10 (CH-PLAST)	MAGUEY (5.5cm + Adt) 0.10%	26.840	4.825	0.00939	2344.46	388.196	0.166	0.178	0.932	65.255	394.10
18	MGY-L1/0.50 (CH-PLAST)	MAGUEY (5.5cm + Adt) 0.50%	26.585	4.825	0.00939	2317.30	387.507	0.167	0.178	0.941	65.255	390.23
19	MGY-L1/1.00 (CH-PLAST)	MAGUEY (5.5cm + Adt) 1.00%	26.260	4.825	0.00939	2282.69	386.645	0.169	0.178	0.953	65.255	385.26

Fuente: Elaboración propia.

En todos los casos, el peso unitario del concreto fibroreforzado estuvo dentro de los valores generales para un concreto convencional de entre 2240 kg/m^3 a 2460 kg/m^3.

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

5.4. TEMPERATURA DE LA MEZCLA DE CONCRETO:

TABLA 5.5 Resultados del ensayo de temperatura de la mezcla para diferentes tipos de concreto.

N°	CÓDIGO	TIPO	Temperatura
			°C
1	CP1-S/F	CONCRETO PATRÓN 1	20.0
2	CP2-S/F	CONCRETO PATRÓN 2	19.8
3	CH-UF1	CHEMA FIBRA ULTRAFINA 1	18.3
4	CH-UF2	CHEMA FIBRA ULTRAFINA 2	19.2
5	CAZ-T4/0.10	CAÑA DE AZÚCAR N°4 0.10%	19.9
6	CAZ-T4/0.50	CAÑA DE AZÚCAR N°4 0.50%	17.4
7	CAZ-T4/1.00	CAÑA DE AZÚCAR N°4 1.00%	20.1
8	CAZ-T8/0.10	CAÑA DE AZÚCAR N°8 0.10%	16.0
9	CAZ-T8/0.50	CAÑA DE AZÚCAR N°8 0.50%	20.0
10	CAZ-T8/1.00	CAÑA DE AZÚCAR N°8 1.00%	17.8
11	MGY-L1/0.10	MAGUEY (5.5cm) 0.10%	18.7
13	MGY-L1/0.50	MAGUEY (5.5cm) 0.50%	16.7
12	MGY-L1/1.00	MAGUEY (5.5cm) 1.00%	18.6
14	MGY-L2/0.10	MAGUEY (10.0cm) 0.10%	17.9
15	MGY-L2/0.50	MAGUEY (10.0cm) 0.50%	18.2
16	MGY-L2/1.00	MAGUEY (10.0cm) 1.00%	17.4
17	MGY-L1/0.10 (CH-PLAST)	MAGUEY (5.5cm + Adt) 0.10%	19.4
18	MGY-L1/0.50 (CH-PLAST)	MAGUEY (5.5cm + Adt) 0.50%	17.1
19	MGY-L1/1.00 (CH-PLAST)	MAGUEY (5.5cm + Adt) 1.00%	18.9

Fuente: Elaboración propia.

La temperatura del concreto depende del aporte calorífico de cada uno de sus componentes, además del calor liberado por la hidratación del cemento, la energía de mezclado y el medio ambiente. Los ensayos de la temperatura de las mezclas de concreto en laboratorio estuvieron en un promedio de 18.5 °C.

5.5. FISURAMIENTO DEL CONCRETO POR RETRACCIÓN PLÁSTICA:

El control de fisuración por retracción plástica se midió simulando 3 condiciones ambientales en laboratorio: expuestas a ventilación constante, a condiciones normales y a calor constante (Figura 5.1). En todos los casos el

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

incremento porcentual de contenido de fibra redujo el fisuramiento en las losetas de medición; sin embargo, mientras que el fisuramiento del concreto podía observarse dentro de las 4 horas aproximadamente luego de colocado el ensayo sometido a calefactor constante, el fisuramiento a condiciones normales y con ventilación constante se observaba dentro de las 6 a 8 horas. siguientes.

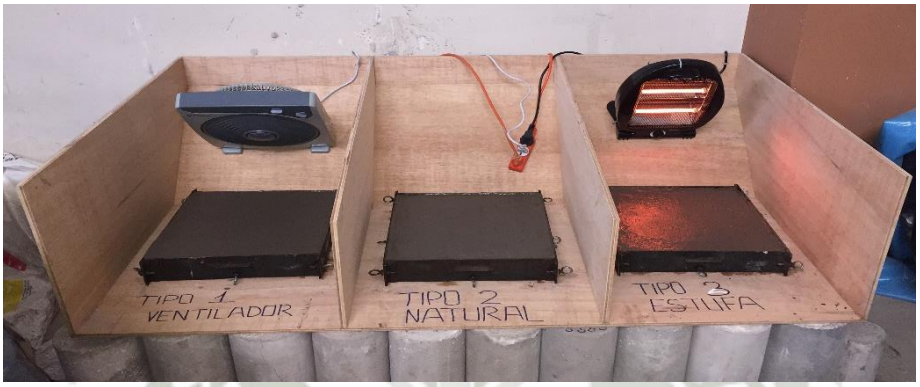
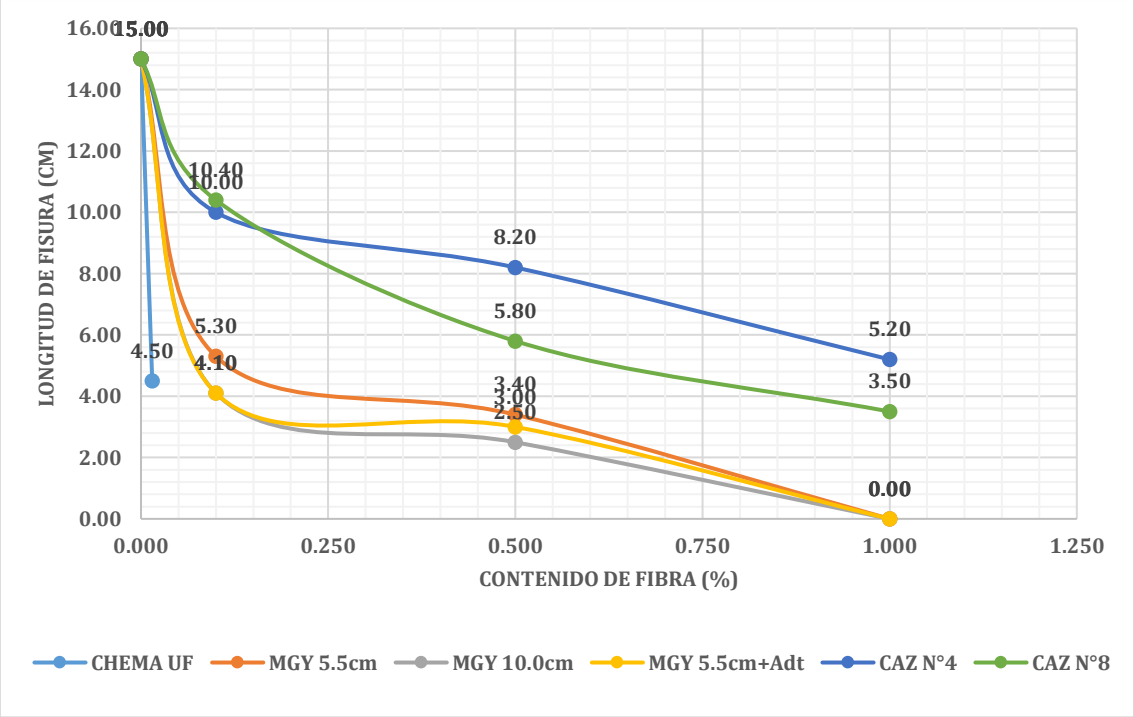


FIGURA 5.1 Simulación de exposición del concreto fresco.

GRÁFICO 5.3 Disminución del fisuramiento del concreto por retracción plástica, sometido a ventilación constante.

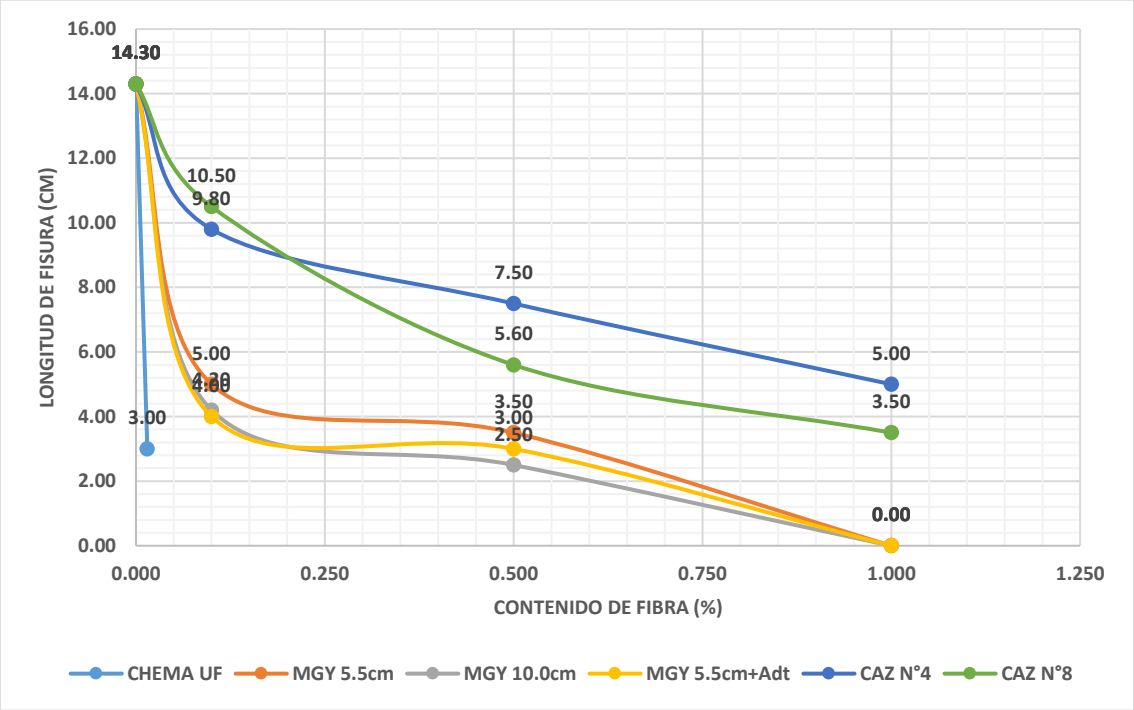


Fuente: Elaboración propia (ver Anexo 15).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

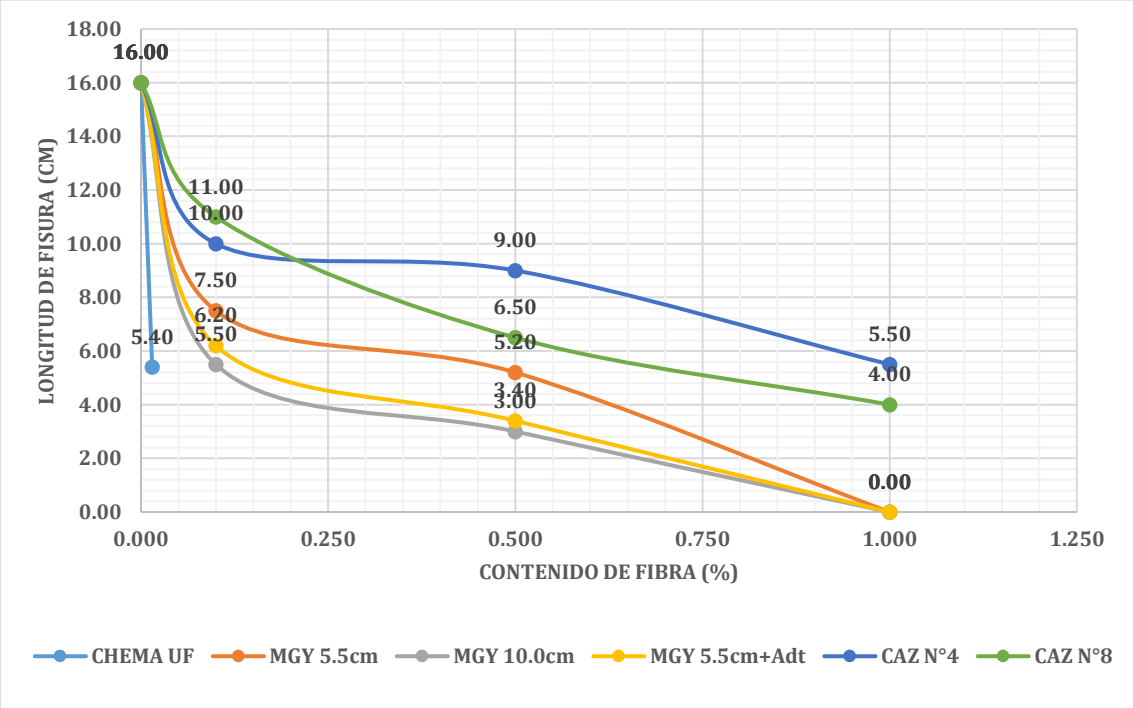
REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

GRÁFICO 5.4 Disminución del fisuramiento del concreto por retracción plástica, en condiciones normales.



Fuente: Elaboración propia (ver Anexo 15).

GRÁFICO 5.5 Disminución del fisuramiento del concreto por retracción plástica, sometido a calefactor constante.



Fuente: Elaboración propia (ver Anexo 15).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

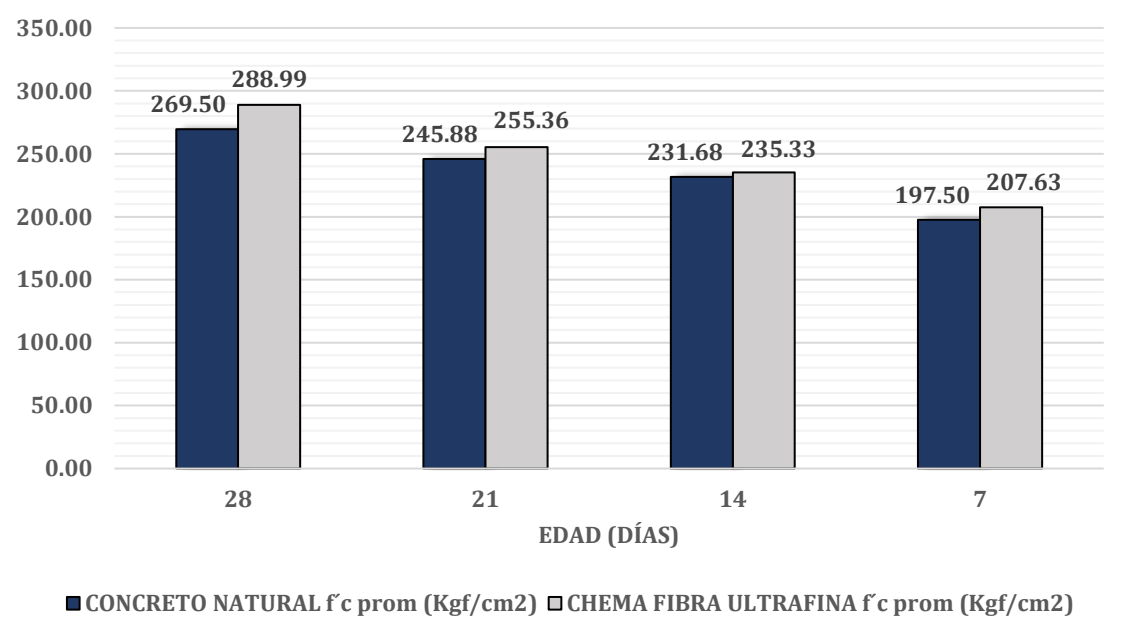
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

CAPÍTULO 6 – RESULTADOS Y ANÁLISIS DEL CONCRETO EN ESTADO ENDURECIDO

6.1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN:

6.1.1. CONCRETO CON FIBRA SINTÉTICA DE POLIPROPILENO:

GRÁFICO 6.1 Resistencia a la compresión: Concreto Patrón vs. Fibra Sintética.

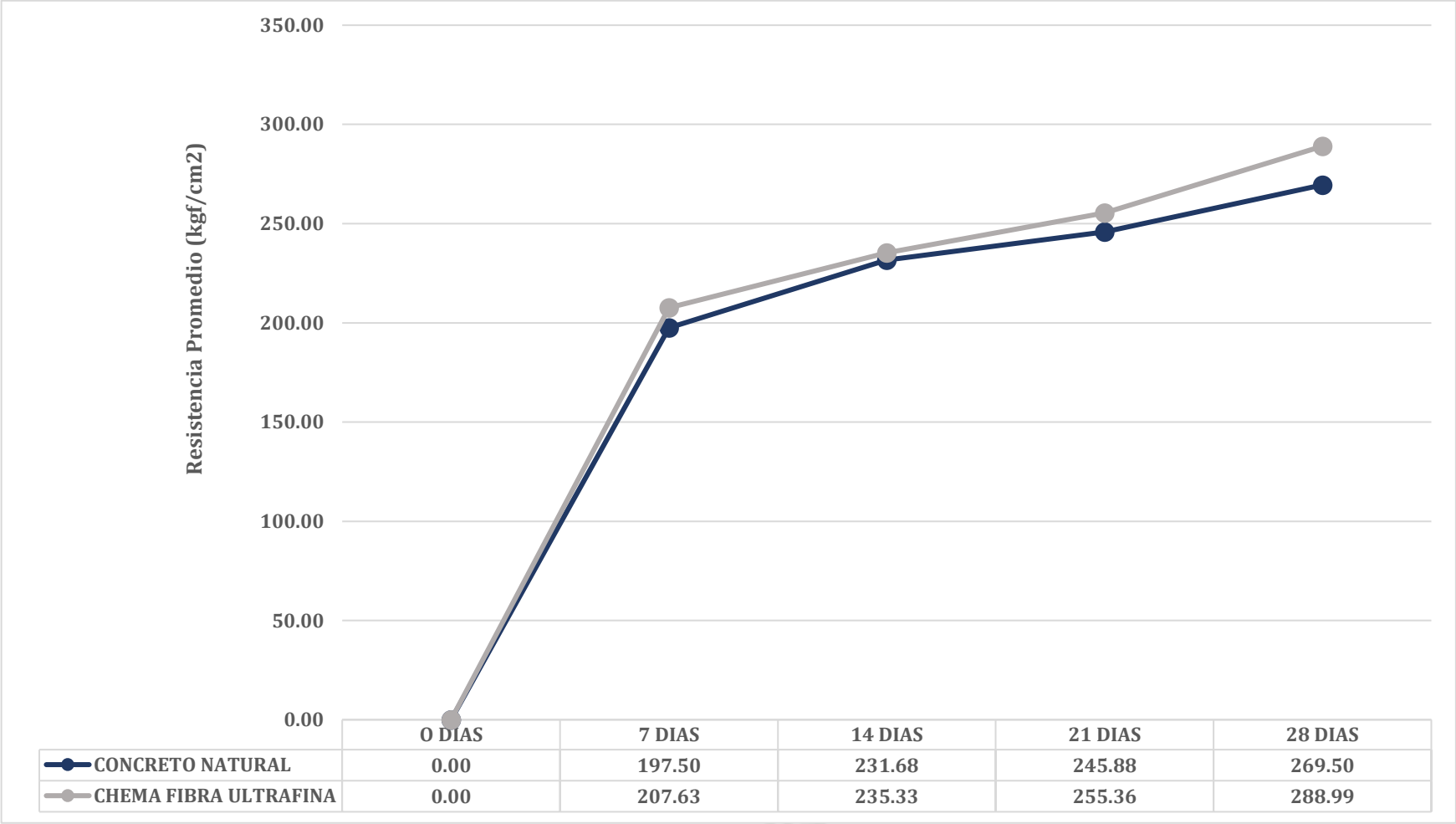


Fuente: Elaboración propia (ver Anexo 08).

En el Gráfico 6.1 se observa que la adición de la fibra sintética de polipropileno al 0.3 kg/m^3 aporta mayor resistencia a la compresión del concreto, llegando a 288.99 kgf/cm^2 a los 28 días, esto es 7.2% más que el concreto patrón; esta superioridad se evidenció durante toda la evolución de la resistencia a la compresión para ensayos a 7, 14, 21 y 28 días (Gráfico 6.2).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

GRÁFICO 6.2 Evolución de la resistencia a la compresión: Concreto Patrón vs. Fibra Sintética.



	O DIAS	7 DIAS	14 DIAS	21 DIAS	28 DIAS
CONCRETO NATURAL	0.00	197.50	231.68	245.88	269.50
CHEMA FIBRA ULTRAFINA	0.00	207.63	235.33	255.36	288.99

Fuente: Elaboración propia.

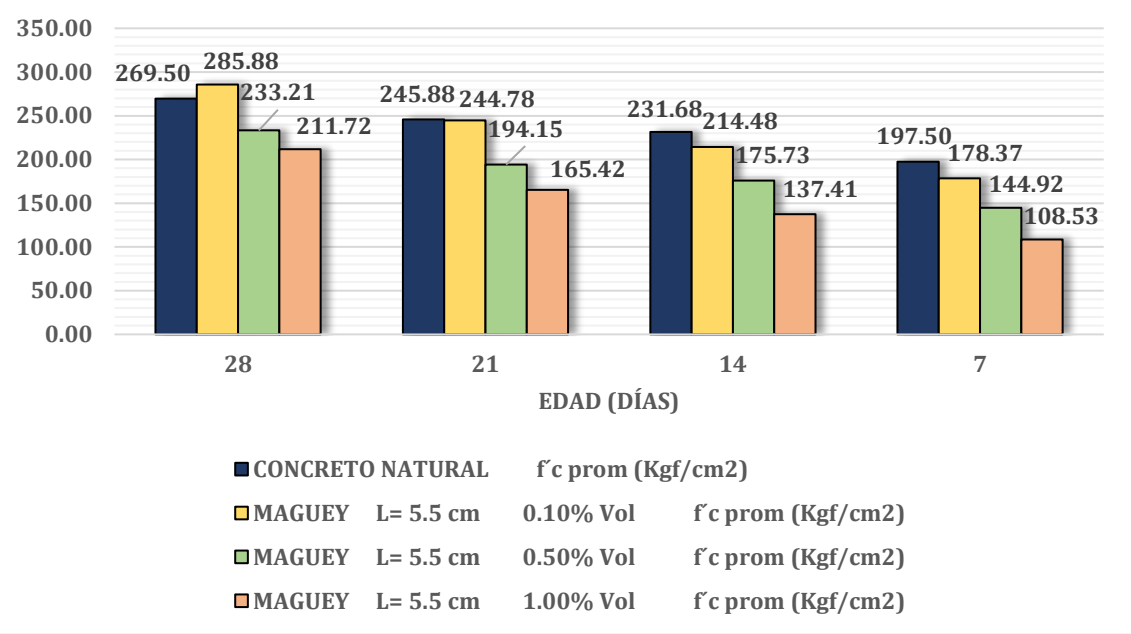
REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

6.1.2. CONCRETO CON FIBRA NATURAL DE MAGUEY:

6.1.2.1. Fibra de Maguey cuando L_{fibra} = 5.5 cm (0.1% - 0.5% - 1.0%):

GRÁFICO 6.3 Resistencia a la compresión: Concreto Patrón vs. Fibra de Maguey (L=5.5cm).

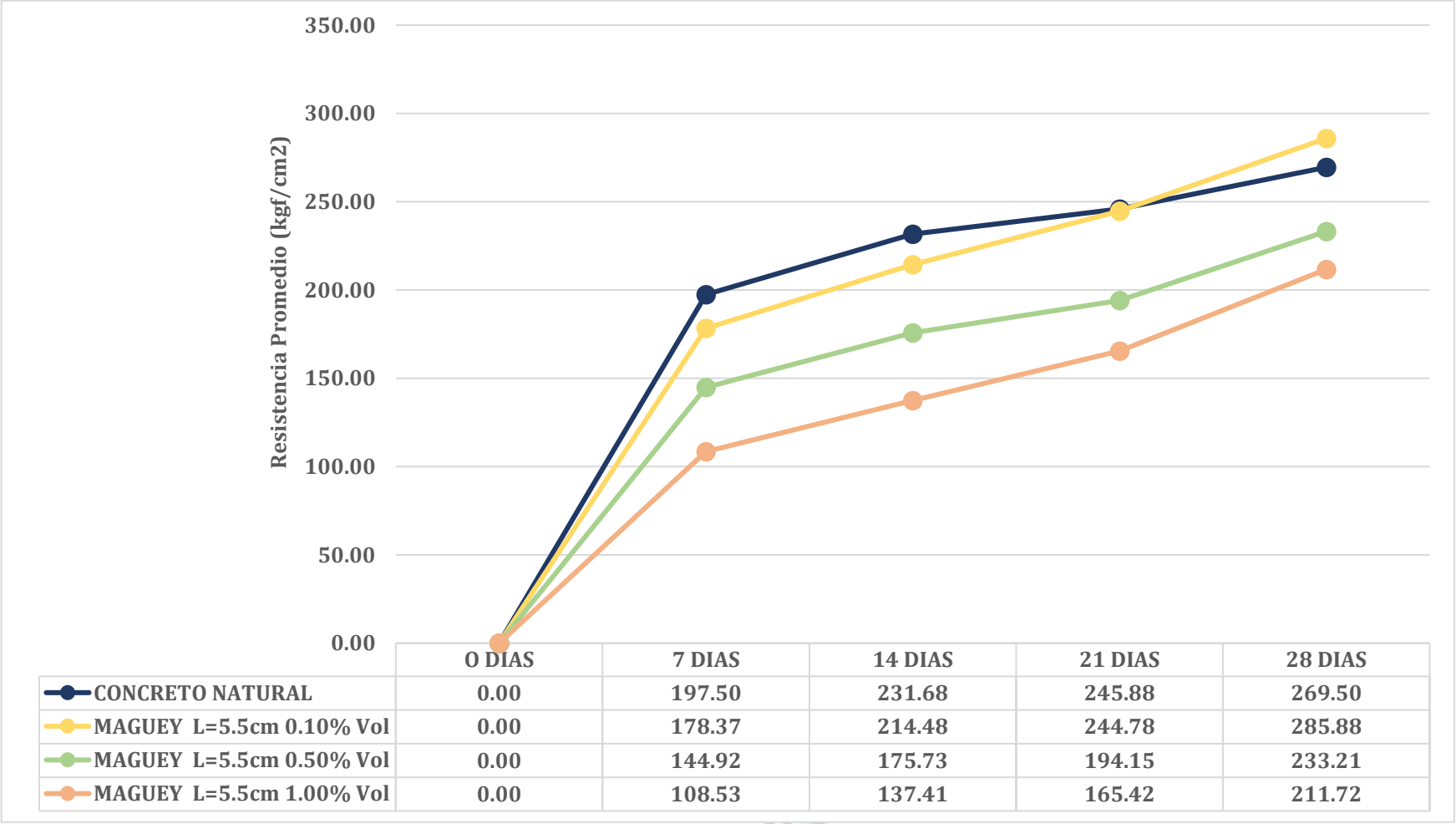


Fuente: Elaboración propia (ver Anexo 08).

En el Gráfico 6.3 se observa que la tendencia de la resistencia a la compresión a través de los días (7, 14, 21 y 28) es a bajar, en función al incremento del valor porcentual de contenido de fibra natural de maguey (0.1%, 0.5% y 1.0%) cuando L_f = 5.5 cm. El concreto con 0.1% de contenido de fibra natural de maguey aporta mayor resistencia a la compresión, llegando a 285.88 kgf/cm^2 a los 28 días, esto es 6.1% más que el concreto patrón; sin embargo, los concretos con 0.5% y 1.0% de contenido de fibra natural de maguey, disminuyeron la resistencia a la compresión en 13.5% y 21.4% respectivamente a los 28 días (Gráfico 6.4) respecto al concreto patrón.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

GRÁFICO 6.4 Evolución de la resistencia a la compresión: Concreto Patrón vs. Fibra de Maguey (L=5.5cm).



	O DIAS	7 DIAS	14 DIAS	21 DIAS	28 DIAS
CONCRETO NATURAL	0.00	197.50	231.68	245.88	269.50
MAGUEY L=5.5cm 0.10% Vol	0.00	178.37	214.48	244.78	285.88
MAGUEY L=5.5cm 0.50% Vol	0.00	144.92	175.73	194.15	233.21
MAGUEY L=5.5cm 1.00% Vol	0.00	108.53	137.41	165.42	211.72

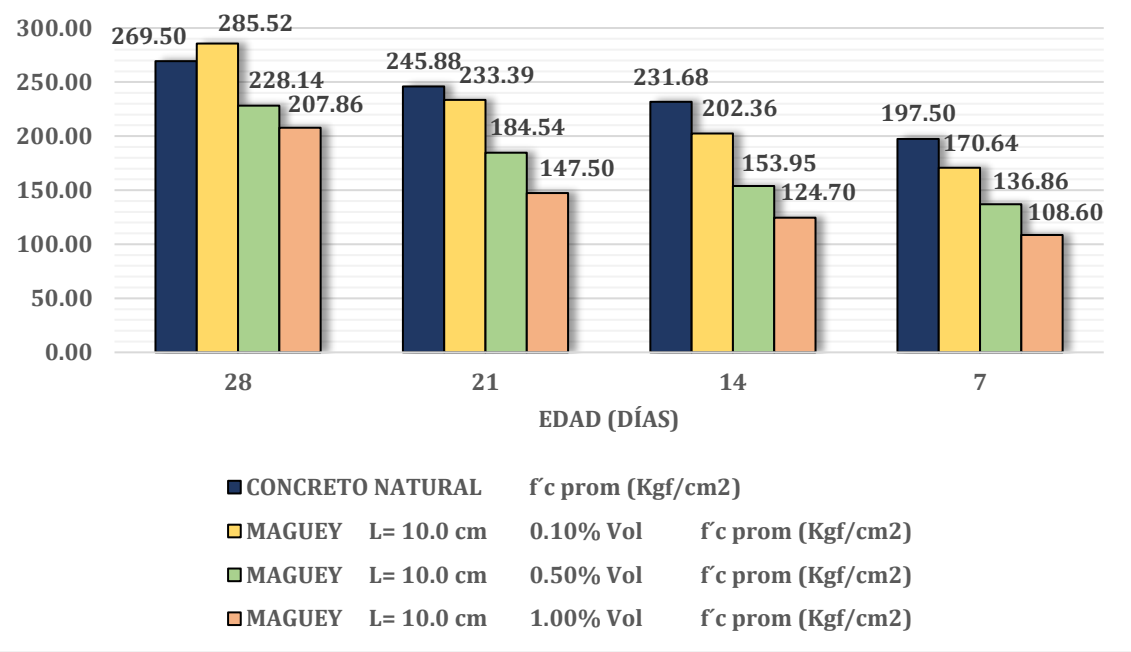
Fuente: Elaboración propia.

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

6.1.2.2. Fibra de Maguey cuando L_{fibra} = 10.0 cm (0.1% - 0.5% - 1.0%):

GRÁFICO 6.5 Resistencia a la compresión: Concreto Patrón vs. Fibra de Maguey (L=10.0cm).

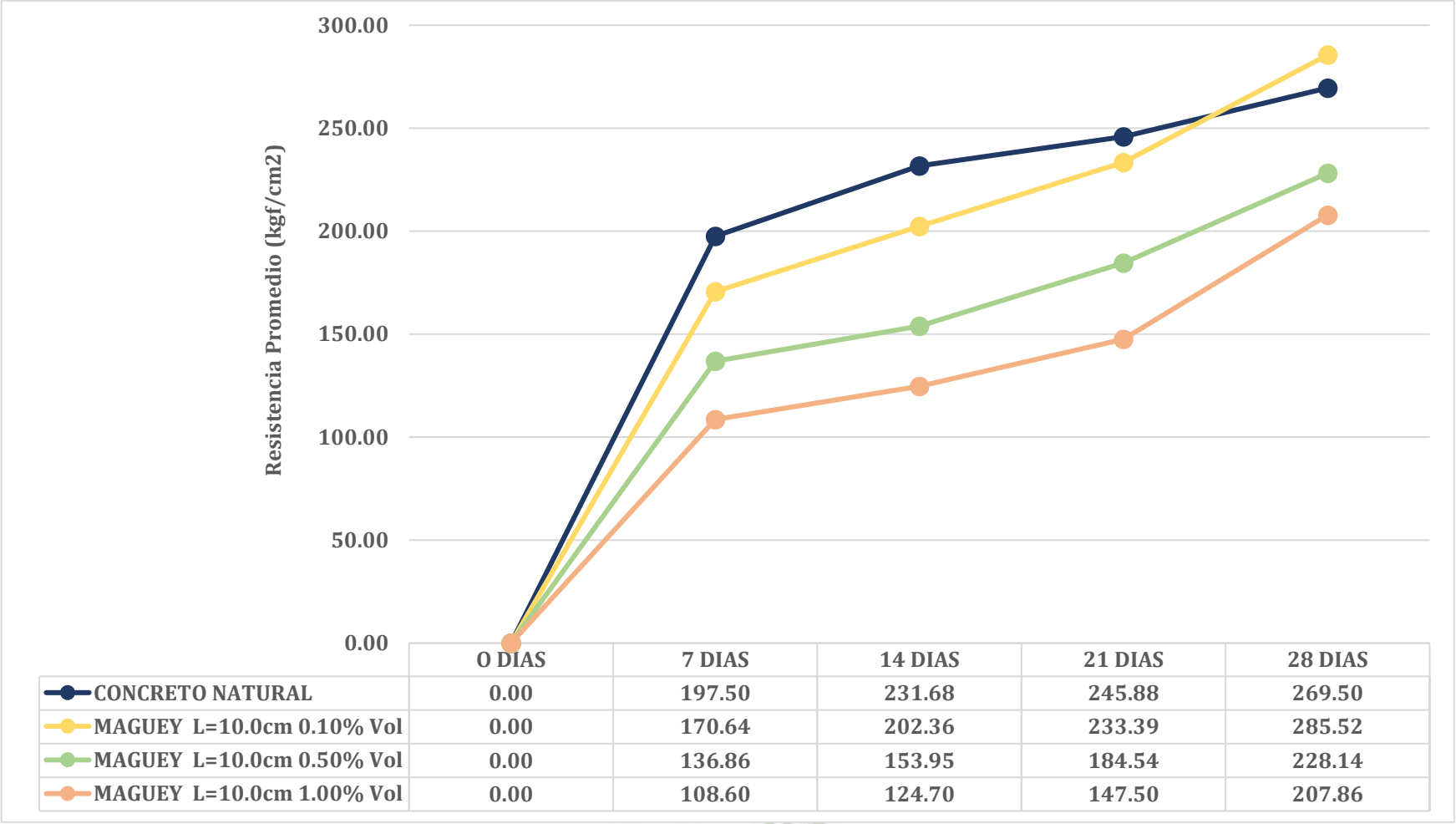


Fuente: Elaboración propia (ver Anexo 08).

En el Gráfico 6.5 se observa que la tendencia de la resistencia a la compresión a través de los días (7, 14, 21 y 28) es a bajar, en función al incremento del valor porcentual de contenido de fibra natural de maguey (0.1%, 0.5% y 1.0%) cuando L_f = 10.0 cm. El concreto con 0.1% de contenido de fibra natural de maguey aporta mayor resistencia a la compresión, llegando a 285.52 kgf/cm^2 a los 28 días, esto es 5.9% más que el concreto patrón; sin embargo, los concretos con 0.5% y 1.0% de contenido de fibra natural de maguey, disminuyeron la resistencia a la compresión en 15.3% y 22.9% respectivamente a los 28 días (Gráfico 6.6) respecto al concreto patrón.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

GRÁFICO 6.6 Evolución de la resistencia a la compresión: Concreto Patrón vs. Fibra de Maguey (L=10.0 cm).



	O DIAS	7 DIAS	14 DIAS	21 DIAS	28 DIAS
CONCRETO NATURAL	0.00	197.50	231.68	245.88	269.50
MAGUEY L=10.0cm 0.10% Vol	0.00	170.64	202.36	233.39	285.52
MAGUEY L=10.0cm 0.50% Vol	0.00	136.86	153.95	184.54	228.14
MAGUEY L=10.0cm 1.00% Vol	0.00	108.60	124.70	147.50	207.86

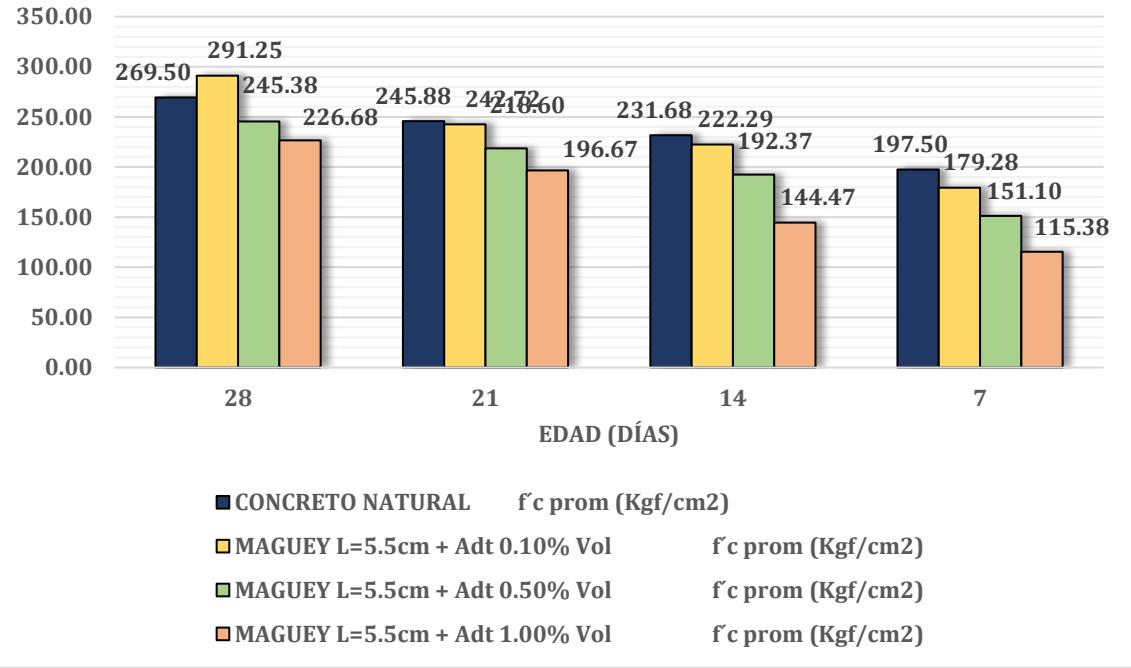
Fuente: Elaboración propia.

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

6.1.2.3. Fibra de Maguey cuando L_{fibra} = 5.5 cm (0.1% - 0.5% - 1.0%) con Aditivo Plastificante:

GRÁFICO 6.7 Resistencia a la compresión: Concreto Patrón vs. Fibra de Maguey (L=5.5cm) con plastificante.

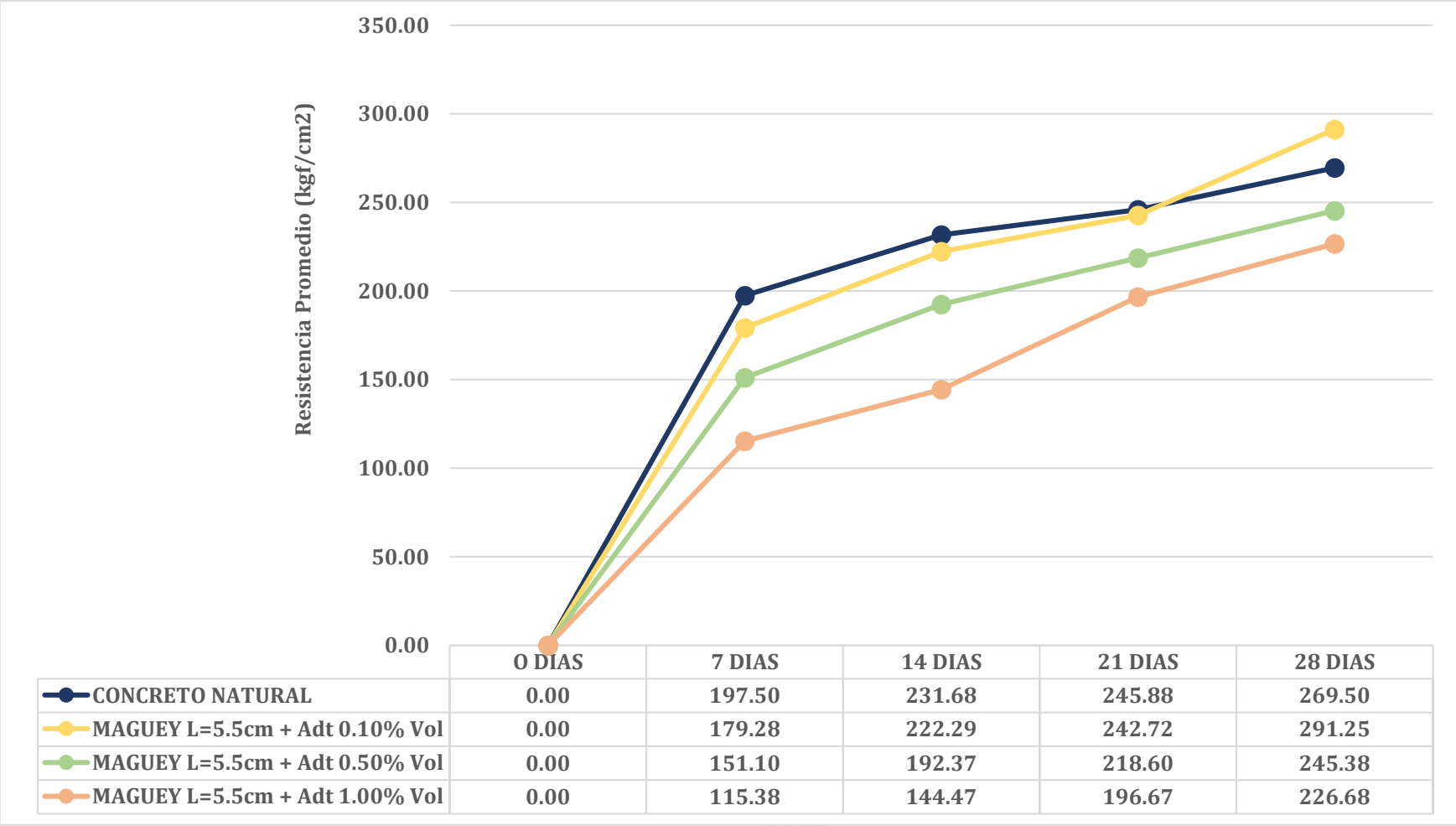


Fuente: Elaboración propia (ver Anexo 08).

En el Gráfico 6.7 se observa que la tendencia de la resistencia a la compresión a través de los días (7, 14, 21 y 28) es a bajar, en función al incremento del valor porcentual de contenido de fibra natural de maguey (0.1%, 0.5% y 1.0%) cuando L_f = 5.5 cm con incorporación de un aditivo plastificante. El concreto con 0.1% de contenido de fibra natural de maguey aporta mayor resistencia a la compresión, llegando a 291.25 kgf/cm^2 a los 28 días, esto es 8.1% más que el concreto patrón; sin embargo, los concretos con 0.5% y 1.0% de contenido de fibra natural de maguey, disminuyeron la resistencia a la compresión en 9.0% y 15.9% respectivamente a los 28 días (Gráfico 6.8) respecto al concreto patrón.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

GRÁFICO 6.8 Evolución de la resistencia a la compresión: Concreto Patrón vs. Fibra de Maguey (L=5.5cm) con plastificante.



	O DIAS	7 DIAS	14 DIAS	21 DIAS	28 DIAS
CONCRETO NATURAL	0.00	197.50	231.68	245.88	269.50
MAGUEY L=5.5cm + Adt 0.10% Vol	0.00	179.28	222.29	242.72	291.25
MAGUEY L=5.5cm + Adt 0.50% Vol	0.00	151.10	192.37	218.60	245.38
MAGUEY L=5.5cm + Adt 1.00% Vol	0.00	115.38	144.47	196.67	226.68

Fuente: Elaboración propia.

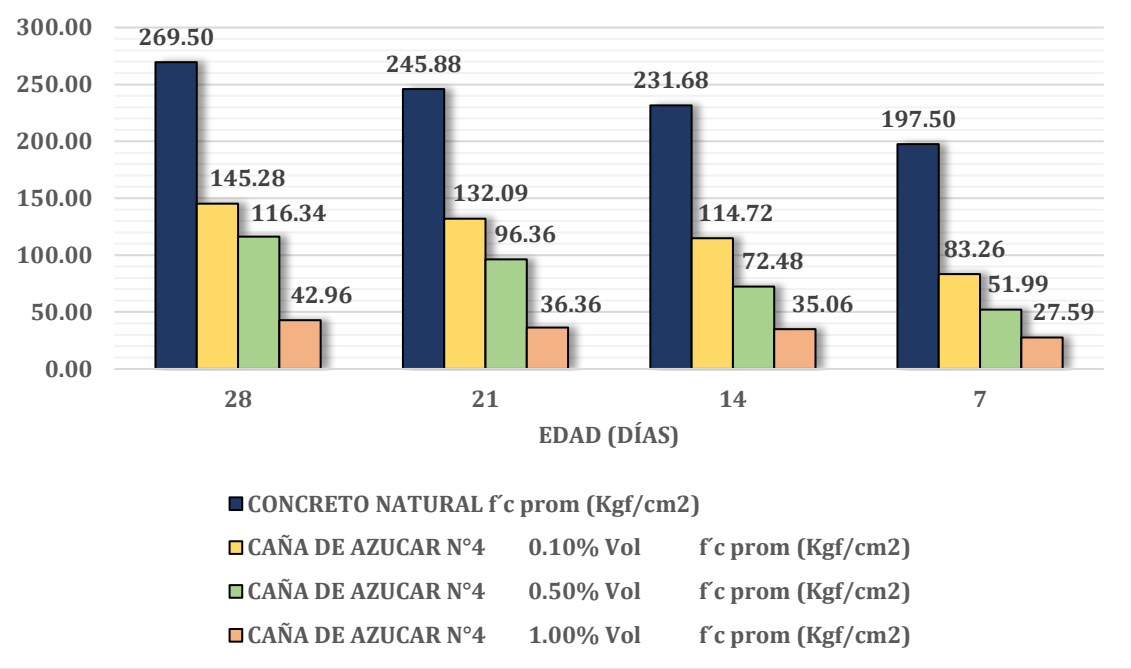
REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

6.1.3. CONCRETO CON FIBRA NATURAL DE CAÑA DE AZÚCAR:

6.1.3.1. Fibra de Caña de Azúcar con Tamiz N°4 (0.1% - 0.5% - 1.0%):

GRÁFICO 6.9 Resistencia a la compresión: Concreto Patrón vs. Fibra de Caña de Azúcar (Tamiz N° 4).

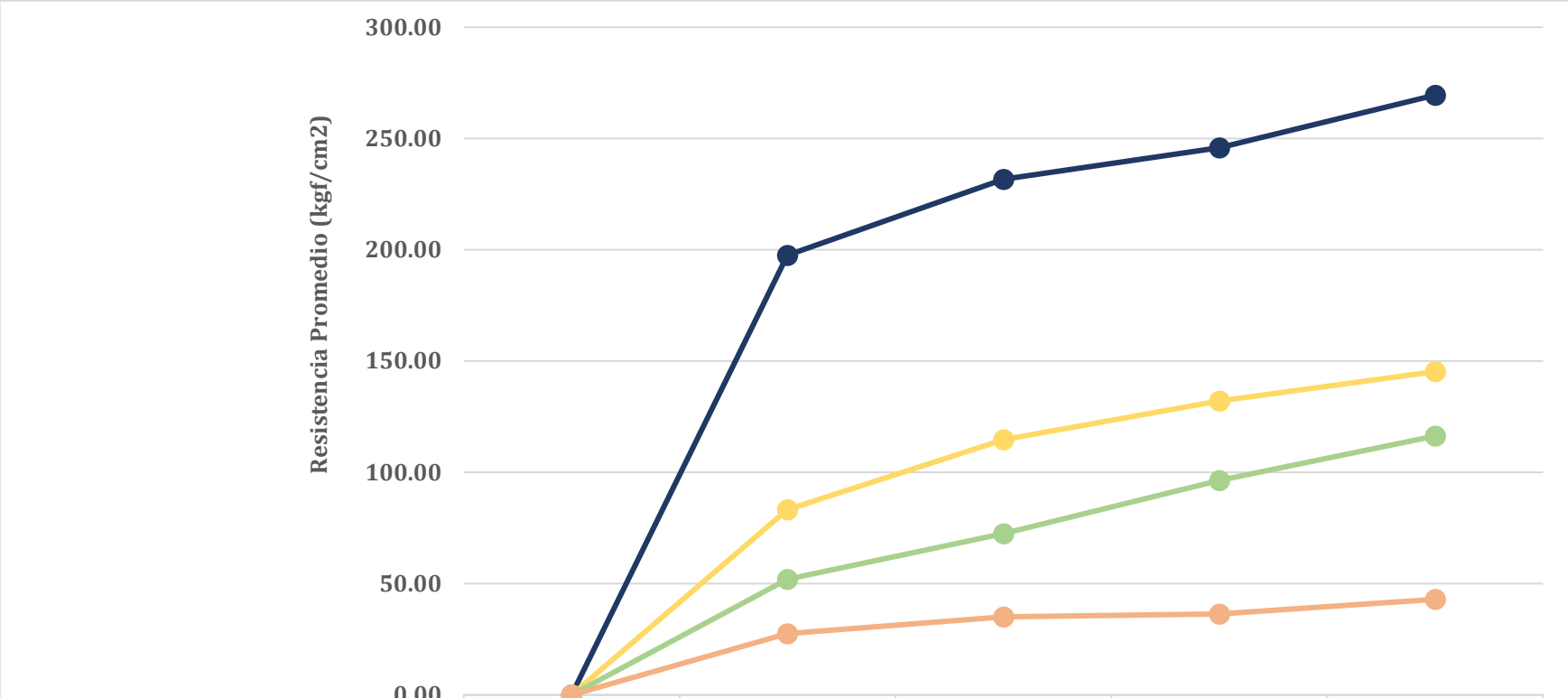


Fuente: Elaboración propia (ver Anexo 08).

En el Gráfico 6.9 se observa que la tendencia de la resistencia a la compresión a través de los días (7, 14, 21 y 28) es a bajar, en función al incremento del valor porcentual de contenido de fibra natural de caña de azúcar (0.1%, 0.5% y 1.0%) para fibra del Tamiz N°4. La máxima resistencia fue de 145.28 kgf/cm^2 a los 28 días para un concreto con 0.1% de contenido de fibra natural de caña de azúcar, esto es 46.1% menos que el concreto patrón, mientras que los concretos con 0.5 y 1.0% de contenido de fibra natural de caña de azúcar redujeron aún más la resistencia a la compresión en 56.8% y 84.1% respectivamente a los 28 días (Gráfico 6.10) respecto al concreto patrón.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

GRÁFICO 6.10 Evolución de la resistencia a la compresión: Concreto Patrón vs. Fibra de Caña de Azúcar (Tamiz N° 4).



	O DIAS	7 DIAS	14 DIAS	21 DIAS	28 DIAS
CONCRETO NATURAL	0.00	197.50	231.68	245.88	269.50
CAÑA DE AZUCAR N°4 0.10% Vol	0.00	83.26	114.72	132.09	145.28
CAÑA DE AZUCAR N°4 0.50% Vol	0.00	51.99	72.48	96.36	116.34
CAÑA DE AZUCAR N°4 1.00% Vol	0.00	27.59	35.06	36.36	42.96

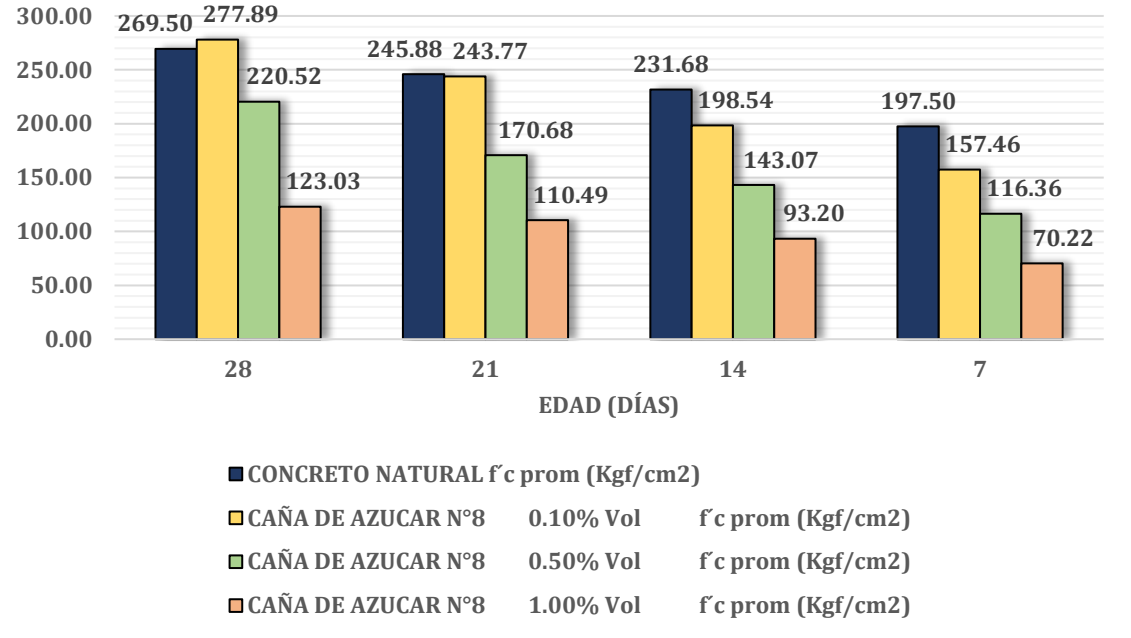
Fuente: Elaboración propia.

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

6.1.3.2. Fibra de Caña de Azúcar con Tamiz N°8 (0.1% - 0.5% - 1.0%):

GRÁFICO 6.11 Resistencia a la compresión: Concreto Patrón vs. Fibra de Caña de Azúcar (Tamiz N° 8).

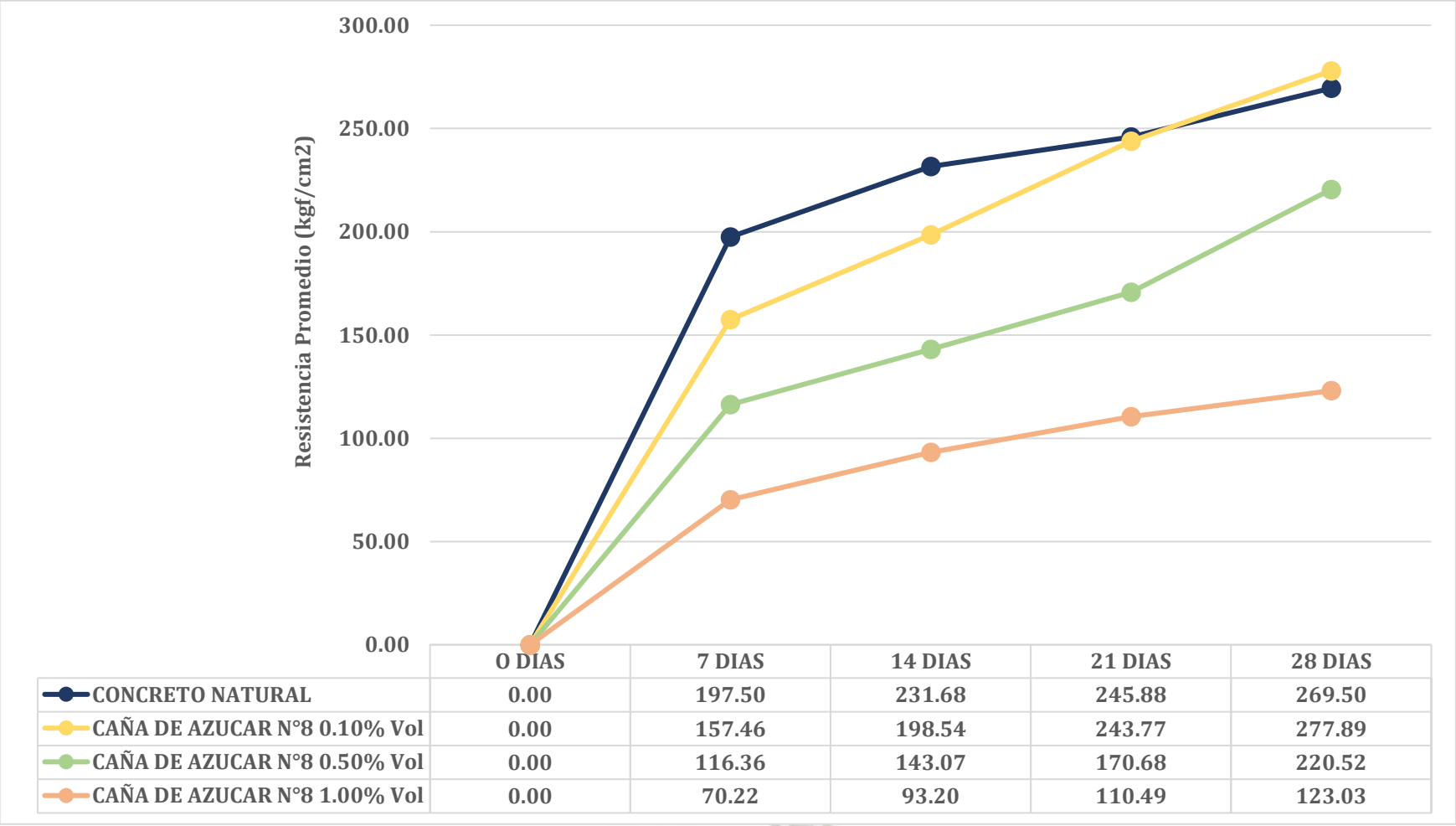


Fuente: Elaboración propia (ver Anexo 08).

En el Gráfico 6.11 se observa que la tendencia de la resistencia a la compresión a través de los días (7, 14, 21 y 28) es a bajar, en función al incremento del valor porcentual de contenido de fibra natural de caña de azúcar (0.1%, 0.5% y 1.0%) para fibra del Tamiz N°8. El concreto con 0.1% de contenido de fibra natural de caña de azúcar aporta mayor resistencia a la compresión, llegando a 277.89 kgf/cm² a los 28 días, esto es 3.1% más que el concreto patrón; sin embargo, los concretos con 0.5% y 1.0% de contenido de fibra natural de caña de azúcar, disminuyeron la resistencia a la compresión en 18.2% y 54.4% respectivamente a los 28 días (Gráfico 6.12) respecto al concreto patrón.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

GRÁFICO 6.12 Evolución de la resistencia a la compresión: Concreto Patrón vs. Fibra de Caña de Azúcar (Tamiz N° 8).



	O DIAS	7 DIAS	14 DIAS	21 DIAS	28 DIAS
CONCRETO NATURAL	0.00	197.50	231.68	245.88	269.50
CAÑA DE AZUCAR N°8 0.10% Vol	0.00	157.46	198.54	243.77	277.89
CAÑA DE AZUCAR N°8 0.50% Vol	0.00	116.36	143.07	170.68	220.52
CAÑA DE AZUCAR N°8 1.00% Vol	0.00	70.22	93.20	110.49	123.03

Fuente: Elaboración propia.

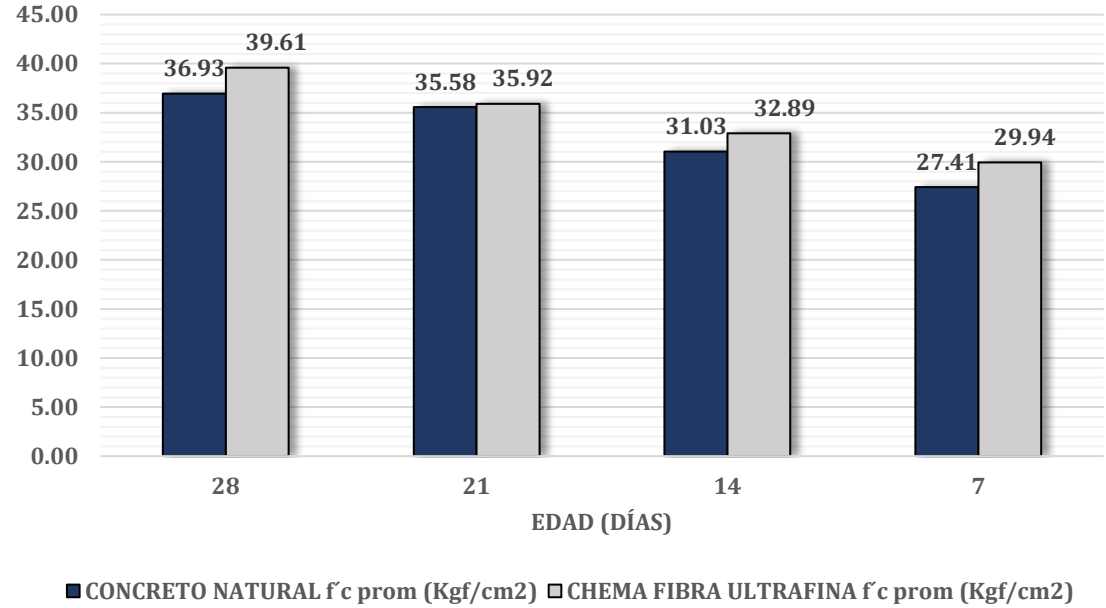
REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

6.2. RESISTENCIA A LA TRACCIÓN INDIRECTA:

6.2.1. CONCRETO CON FIBRA FIBRA SINTÉTICA DE POLIPROPILENO:

GRÁFICO 6.13 Resistencia a la tracción indirecta: Concreto Patrón vs. Fibra Sintética.

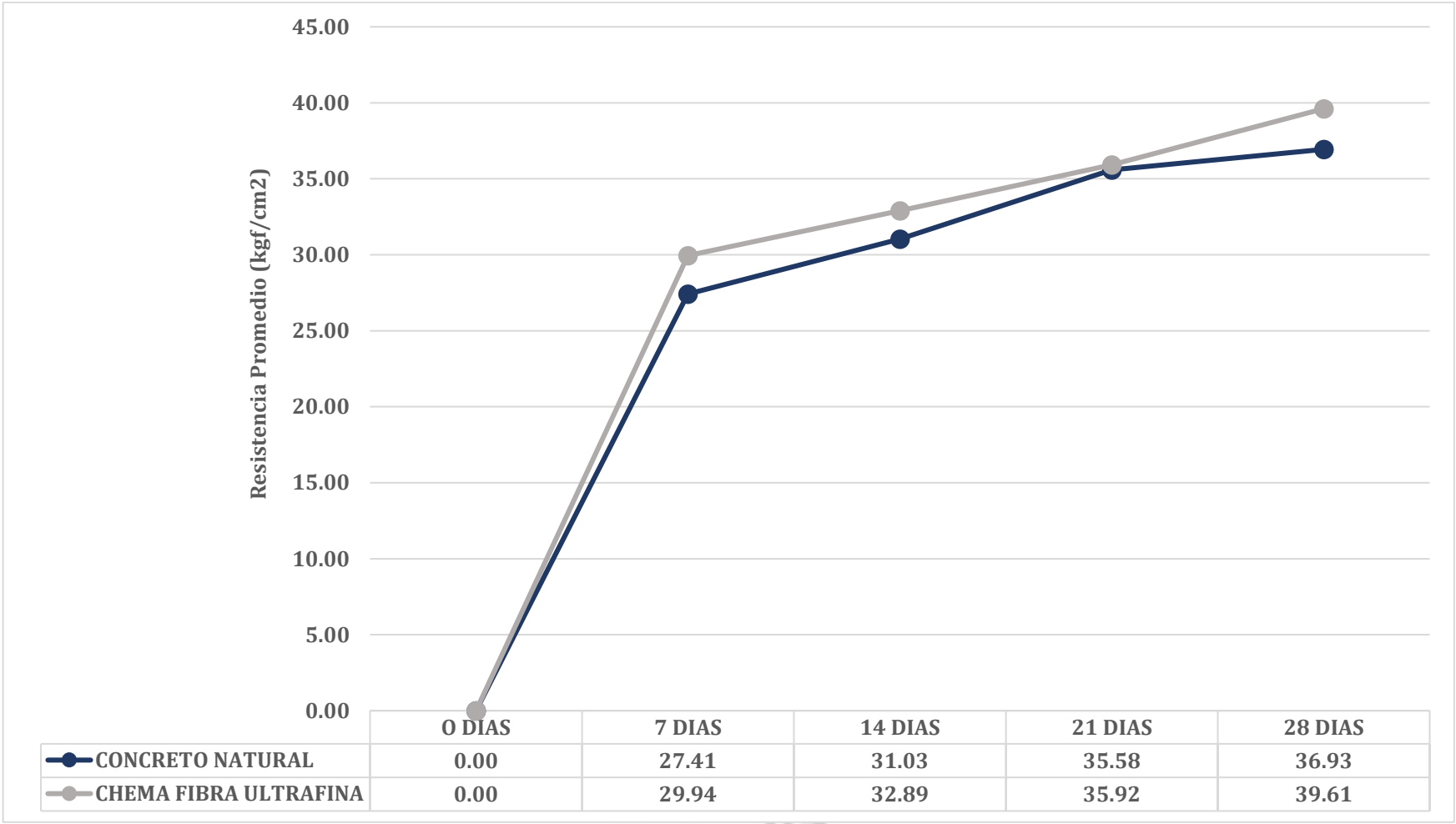


Fuente: Elaboración propia (ver Anexo 09).

En el Gráfico 6.13 se observa que la adición de la fibra sintética de polipropileno al 0.3 kg/m^3 aporta mayor resistencia a la tracción indirecta del concreto, llegando a 39.61 kgf/cm^2 a los 28 días, esto es 7.2% más que el concreto patrón; esta superioridad se evidenció durante toda la evolución de la resistencia a la tracción indirecta para ensayos a 7, 14, 21 y 28 días (Gráfico 6.14).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

GRÁFICO 6.14 Evolución de la resistencia a la tracción indirecta: Concreto Patrón vs. Fibra Sintética.



	0 DIAS	7 DIAS	14 DIAS	21 DIAS	28 DIAS
CONCRETO NATURAL	0.00	27.41	31.03	35.58	36.93
CHEMA FIBRA ULTRAFINA	0.00	29.94	32.89	35.92	39.61

Fuente: Elaboración propia.

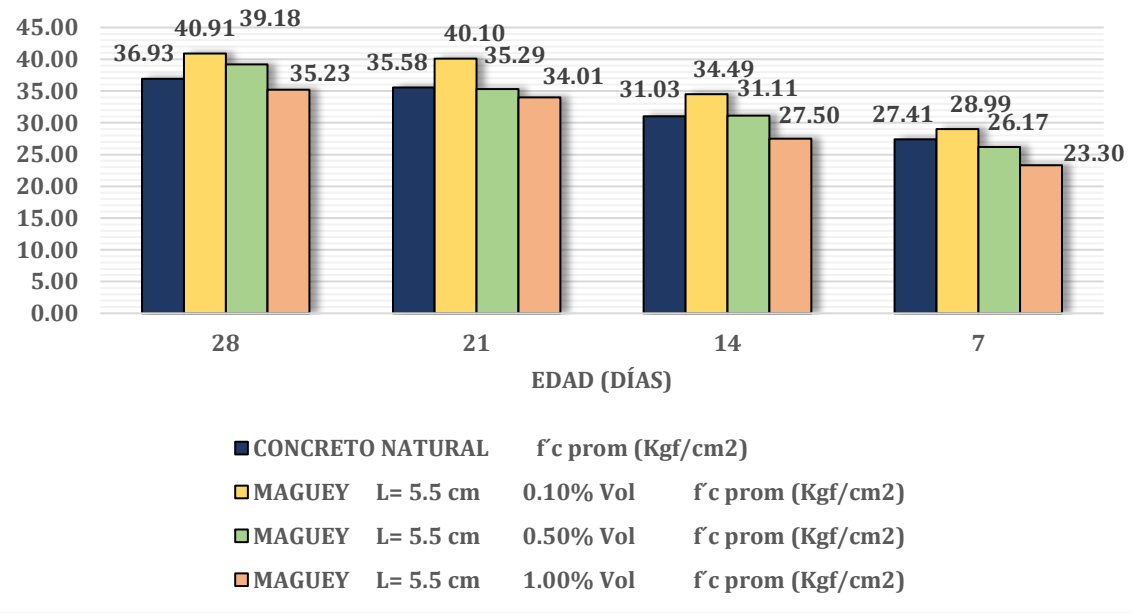
REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

6.2.2. CONCRETO CON FIBRA NATURAL DE MAGUEY:

6.2.2.1. Fibra de Maguey cuando L_{fibra} = 5.5 cm (0.1% - 0.5% - 1.0%):

GRÁFICO 6.15 Resistencia a la tracción indirecta: Concreto Patrón vs. Fibra de Maguey (L=5.5cm).

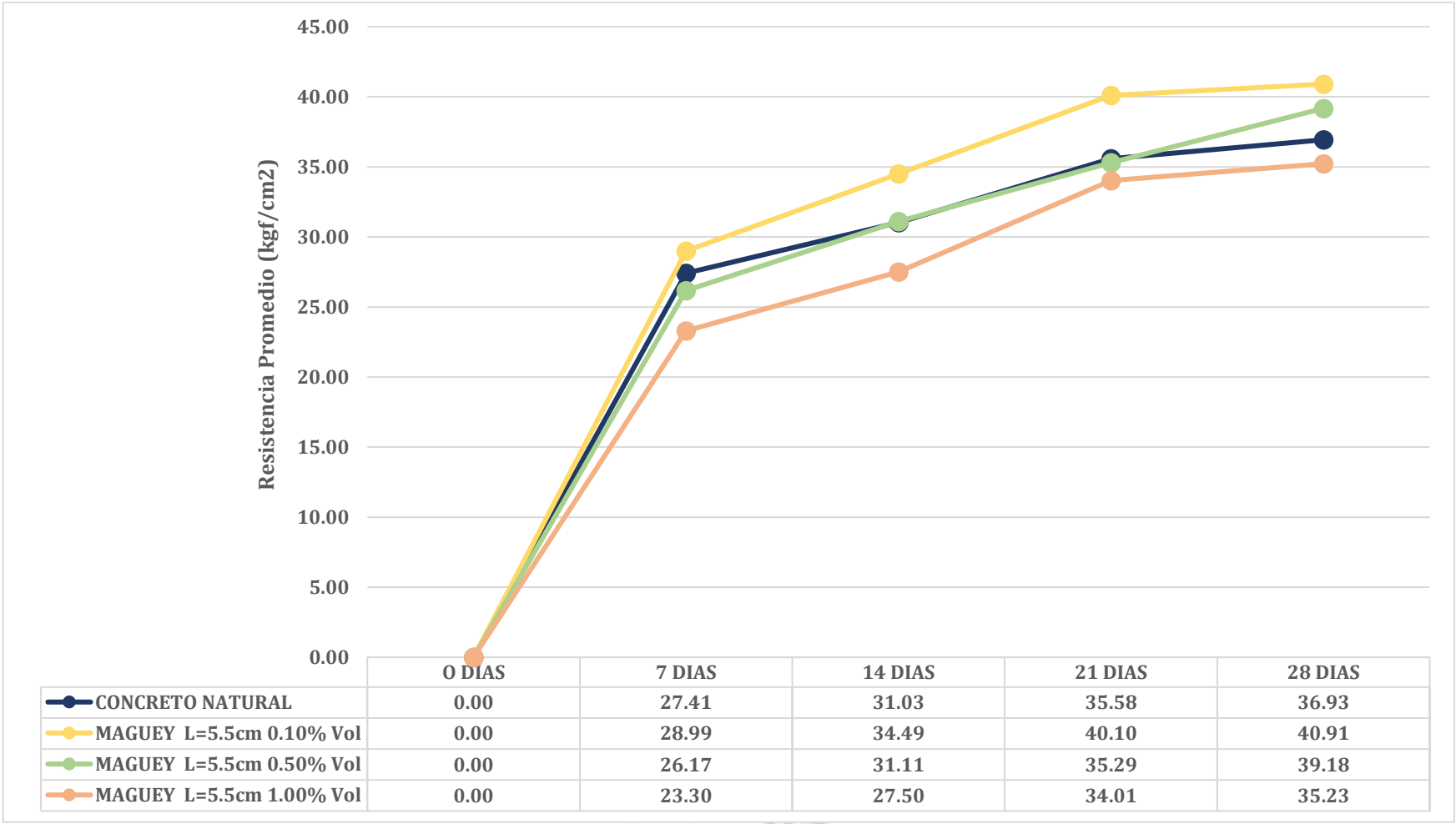


Fuente: Elaboración propia (ver Anexo 09).

En el Gráfico 6.15 se observa que la tendencia de la resistencia a la tracción indirecta a través de los días (7, 14, 21 y 28) es a bajar, en función al incremento del valor porcentual de contenido de fibra natural de maguey (0.1%, 0.5% y 1.0%) cuando L_f = 5.5 cm. El concreto con 0.1% y 0.5% de contenido de fibra natural de maguey aportaron mayor resistencia a la tracción indirecta, llegando a 40.91 kgf/cm^2 y 39.18 kgf/cm^2 respectivamente a los 28 días, esto es 10.8% y 6.1% más que el concreto patrón; sin embargo, el concreto con 1.0% de contenido de fibra natural de maguey, redujo la resistencia a la tracción indirecta en 4.6% a los 28 días (Gráfico 6.16) respecto al concreto patrón.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

GRÁFICO 6.16 Evolución de la resistencia a la tracción indirecta: Concreto Patrón vs. Fibra de Maguey (L=5.5cm).



	O DIAS	7 DIAS	14 DIAS	21 DIAS	28 DIAS
CONCRETO NATURAL	0.00	27.41	31.03	35.58	36.93
MAGUEY L=5.5cm 0.10% Vol	0.00	28.99	34.49	40.10	40.91
MAGUEY L=5.5cm 0.50% Vol	0.00	26.17	31.11	35.29	39.18
MAGUEY L=5.5cm 1.00% Vol	0.00	23.30	27.50	34.01	35.23

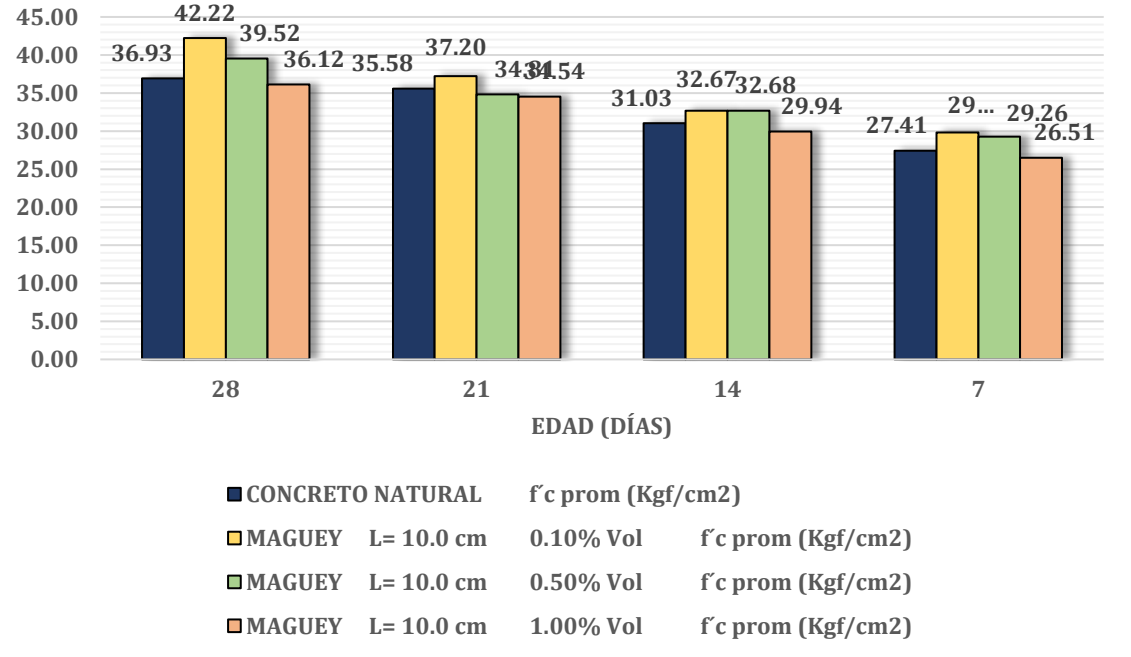
Fuente: Elaboración propia.

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

6.2.2.2. Fibra de Maguey cuando L_{fibra} = 10.0 cm (0.1% - 0.5% - 1.0%):

GRÁFICO 6.17 Resistencia a la tracción indirecta: Concreto Patrón vs. Fibra de Maguey (L=10.0 cm).

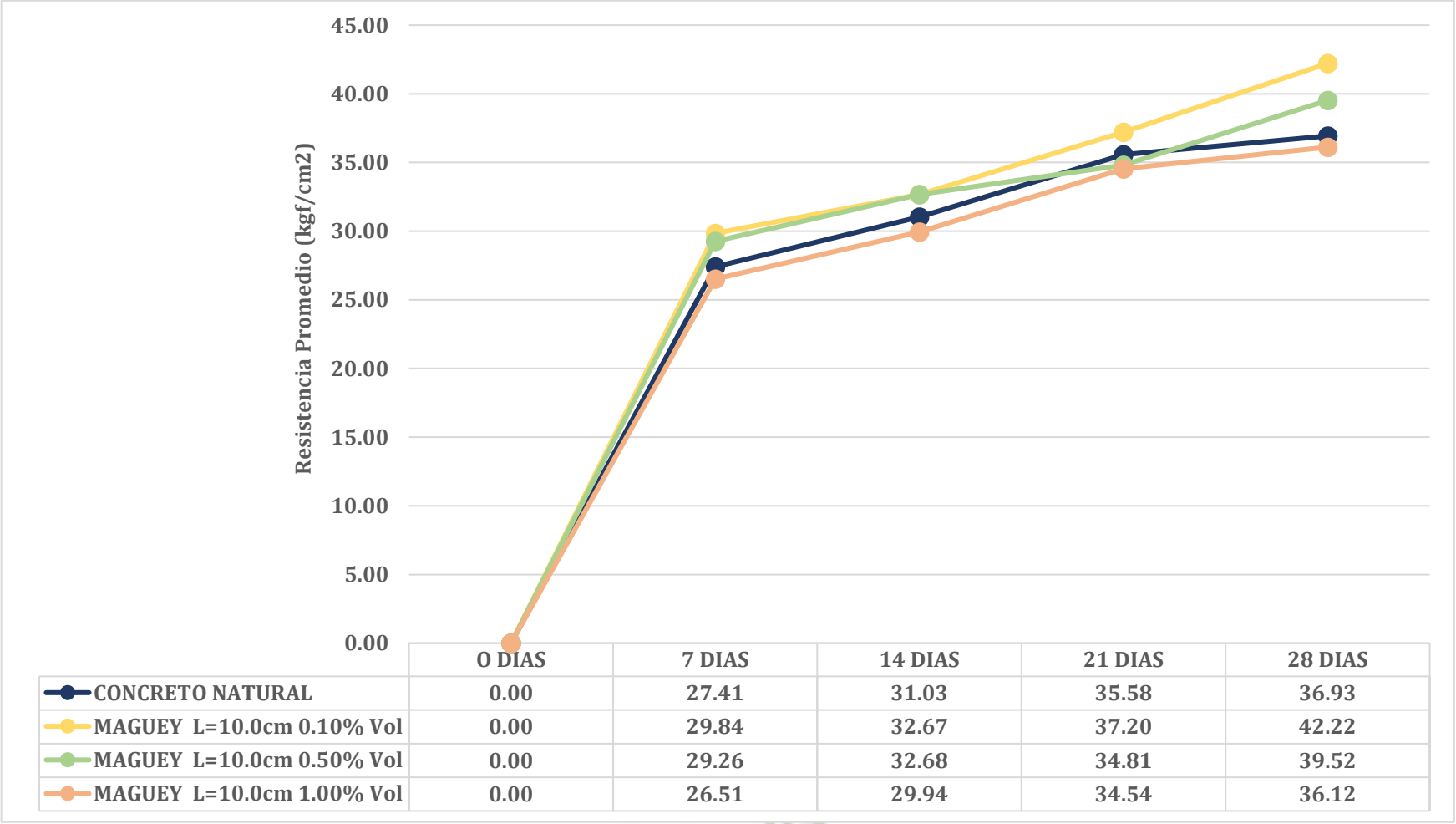


Fuente: Elaboración propia (ver Anexo 09).

En el Gráfico 6.17 se observa que la tendencia de la resistencia a la tracción indirecta a través de los días (7, 14, 21 y 28) es a bajar, en función al incremento del valor porcentual de contenido de fibra natural de maguey (0.1%, 0.5% y 1.0%) cuando L_f = 10.0 cm. El concreto con 0.1% y 0.5% de contenido de fibra natural de maguey aportaron mayor resistencia a la tracción indirecta, llegando a 42.22 kgf/cm² y 39.52 kgf/cm² respectivamente a los 28 días, esto es 14.3% y 7.0% más que el concreto patrón; sin embargo, el concreto con 1.0% de contenido de fibra natural de maguey, redujo la resistencia a la tracción indirecta en 2.2% a los 28 días (Gráfico 6.18) respecto al concreto patrón.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

GRÁFICO 6.18 Evolución de la resistencia a la tracción indirecta: Concreto Patrón vs. Fibra de Maguey (L=10.0cm).



	O DIAS	7 DIAS	14 DIAS	21 DIAS	28 DIAS
CONCRETO NATURAL	0.00	27.41	31.03	35.58	36.93
MAGUEY L=10.0cm 0.10% Vol	0.00	29.84	32.67	37.20	42.22
MAGUEY L=10.0cm 0.50% Vol	0.00	29.26	32.68	34.81	39.52
MAGUEY L=10.0cm 1.00% Vol	0.00	26.51	29.94	34.54	36.12

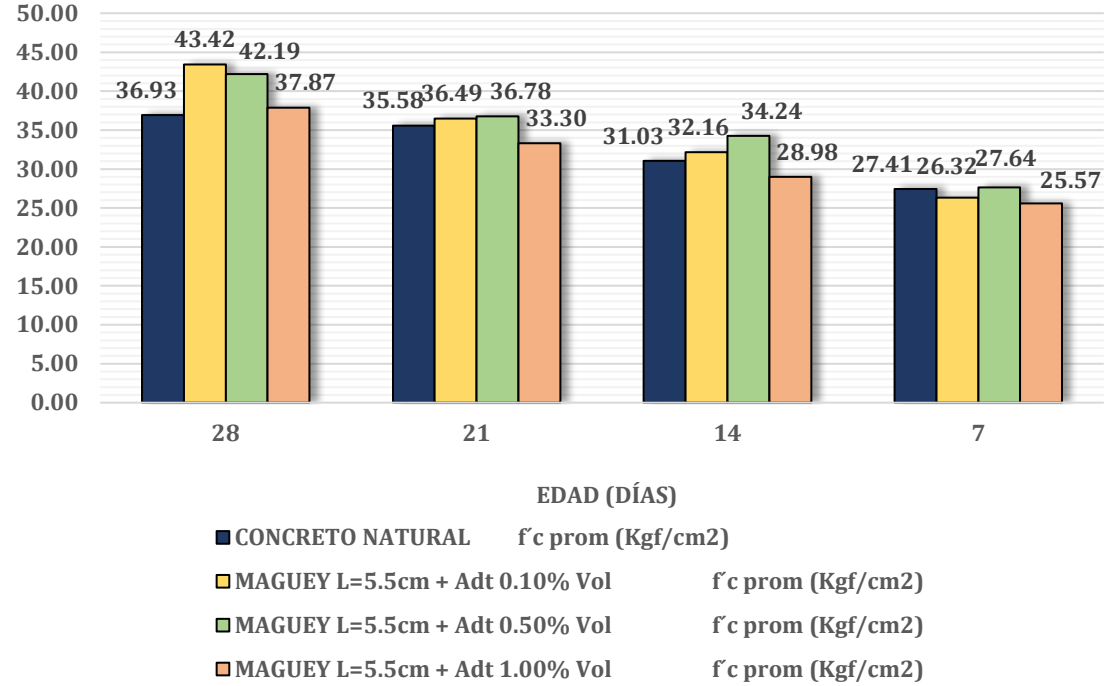
Fuente: Elaboración propia.

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

6.2.2.3. Fibra de Maguey cuando L_{fibra} = 5.5 cm (0.1% - 0.5% - 1.0%) con Aditivo Plastificante:

GRÁFICO 6.19 Resistencia a la tracción indirecta: Concreto Patrón vs. Fibra de Maguey (L=5.5cm) con aditivo plastificante.

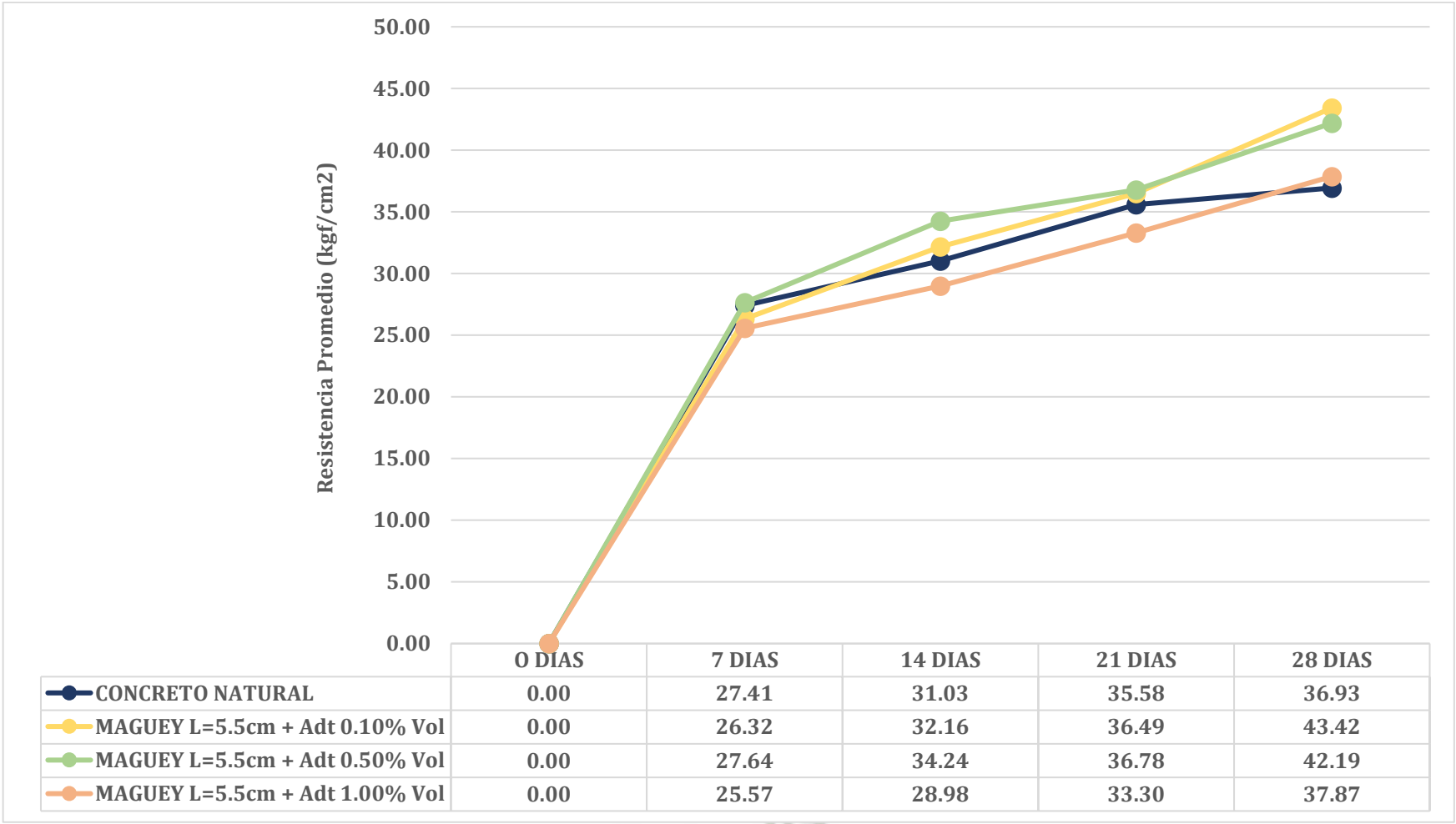


Fuente: Elaboración propia (ver Anexo 09).

En el Gráfico 6.19 se observa que la tendencia de la resistencia a la tracción indirecta a través de los días (7, 14, 21 y 28) es a bajar, en función al incremento del valor porcentual de contenido de fibra natural de maguey (0.1%, 0.5% y 1.0%) cuando L_f = 5.5 cm con incorporación de aditivo plastificante. El concreto con 0.1%, 0.5% y 1.0% de contenido de fibra natural de maguey aportaron mayor resistencia a la tracción indirecta, llegando a 43.42 kgf/cm^2, 42.19 kgf/cm^2 y 37.87 kgf/cm^2 respectivamente a los 28 días, esto es 17.6%, 14.2% y 2.5% más que el concreto patrón (Gráfico 6.20).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

GRÁFICO 6.20 Evolución de la resistencia a la tracción indirecta: Concreto Patrón vs. Fibra de Maguey (L=5.5cm) con aditivo plastificante.



	O DIAS	7 DIAS	14 DIAS	21 DIAS	28 DIAS
CONCRETO NATURAL	0.00	27.41	31.03	35.58	36.93
MAGUEY L=5.5cm + Adt 0.10% Vol	0.00	26.32	32.16	36.49	43.42
MAGUEY L=5.5cm + Adt 0.50% Vol	0.00	27.64	34.24	36.78	42.19
MAGUEY L=5.5cm + Adt 1.00% Vol	0.00	25.57	28.98	33.30	37.87

Fuente: Elaboración propia.

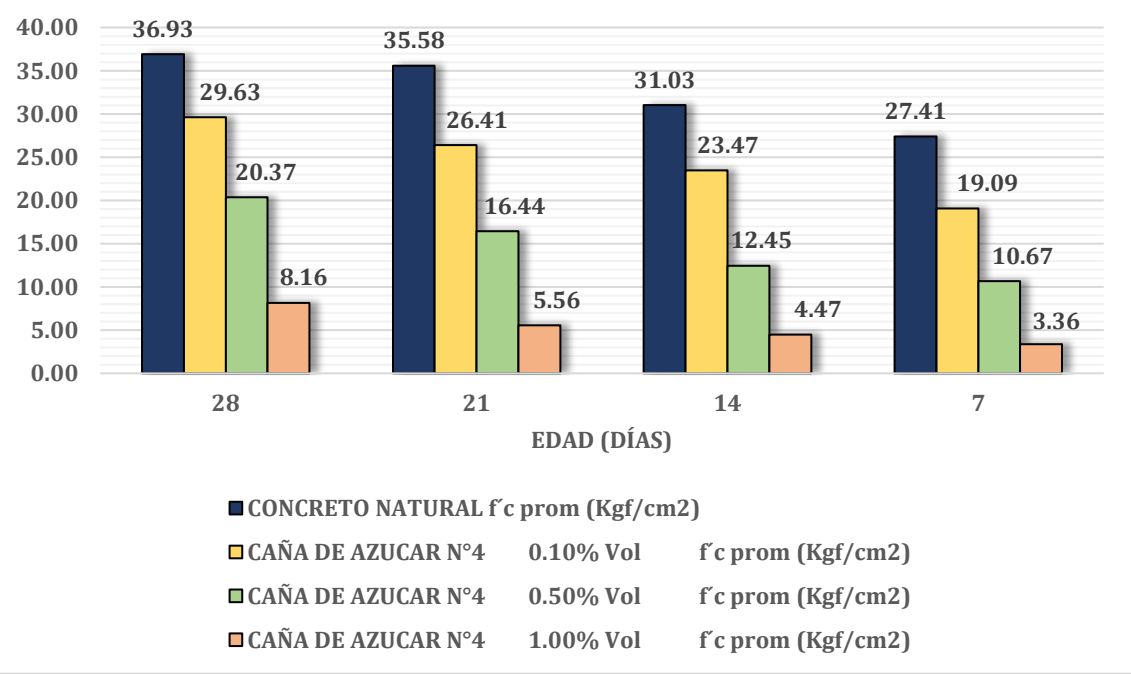
REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

6.2.3. CONCRETO CON FIBRA NATURAL DE CAÑA DE AZÚCAR:

6.2.3.1. Fibra de Caña de Azúcar con Tamiz N°4 (0.1% - 0.5% - 1.0%):

GRÁFICO 6.21 Resistencia a la tracción indirecta: Concreto Patrón vs. Fibra de Caña de Azúcar (Tamiz N°4).

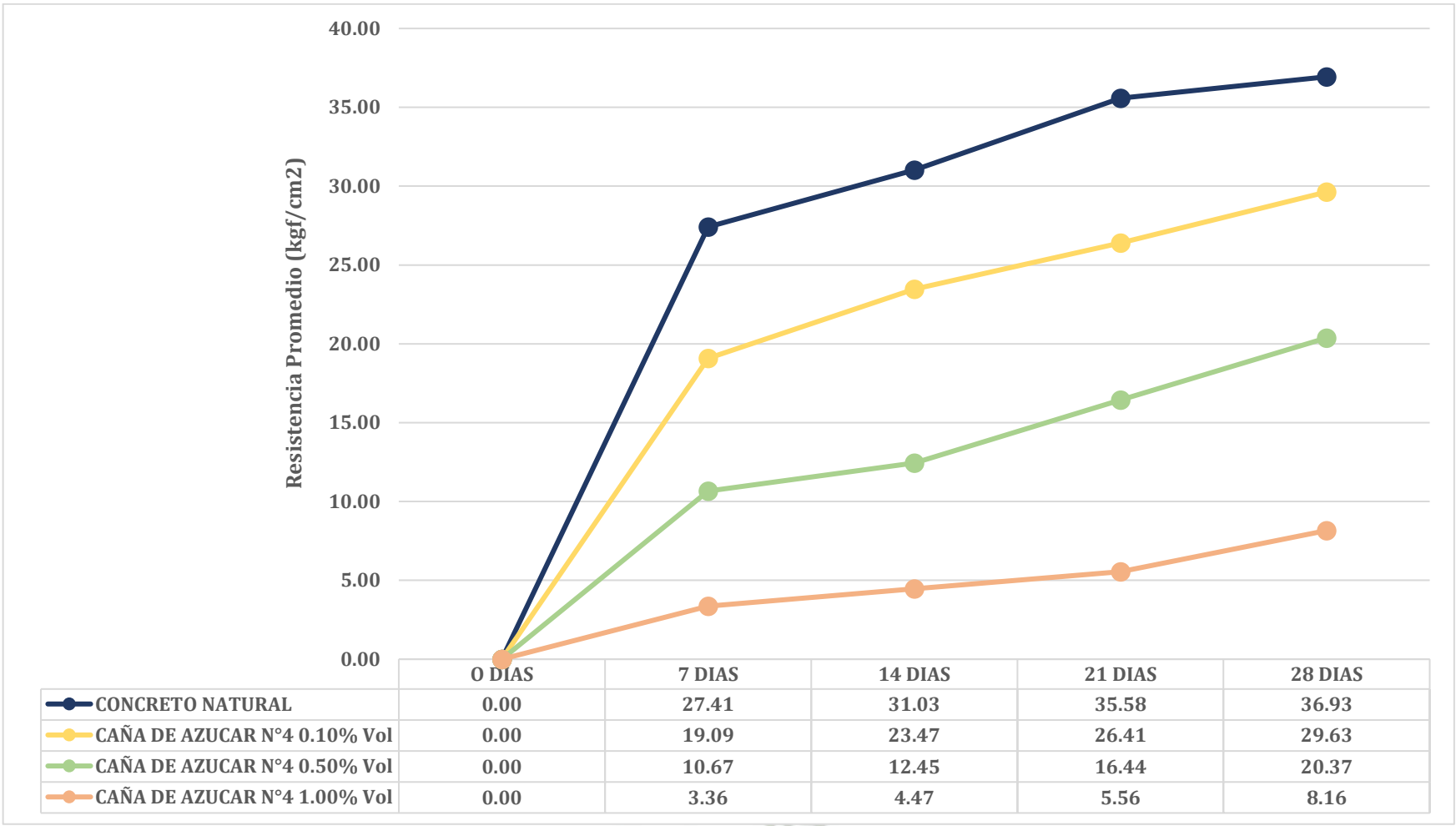


Fuente: Elaboración propia (ver Anexo 09).

En el Gráfico 6.21 se observa que la tendencia de la resistencia a la tracción indirecta a través de los días (7, 14, 21 y 28) es a bajar, en función al incremento del valor porcentual de contenido de fibra natural de caña de azúcar (0.1%, 0.5% y 1.0%) para fibra del Tamiz N°4. La máxima resistencia fue de 29.63 kgf/cm^2 a los 28 días para un concreto con 0.1% de contenido de fibra natural de caña de azúcar, esto es 19.8% menos que el concreto patrón, mientras que los concretos con 0.5 y 1.0% de contenido de fibra natural de caña de azúcar redujeron aún más la resistencia a la tracción indirecta en 44.8% y 77.9% respectivamente a los 28 días (Gráfico 6.22) respecto al concreto patrón.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

GRÁFICO 6.22 Evolución de la resistencia a la tracción indirecta: Concreto Patrón vs. Fibra de Caña de Azúcar (Tamiz N°4).



	O DIAS	7 DIAS	14 DIAS	21 DIAS	28 DIAS
CONCRETO NATURAL	0.00	27.41	31.03	35.58	36.93
CAÑA DE AZUCAR N°4 0.10% Vol	0.00	19.09	23.47	26.41	29.63
CAÑA DE AZUCAR N°4 0.50% Vol	0.00	10.67	12.45	16.44	20.37
CAÑA DE AZUCAR N°4 1.00% Vol	0.00	3.36	4.47	5.56	8.16

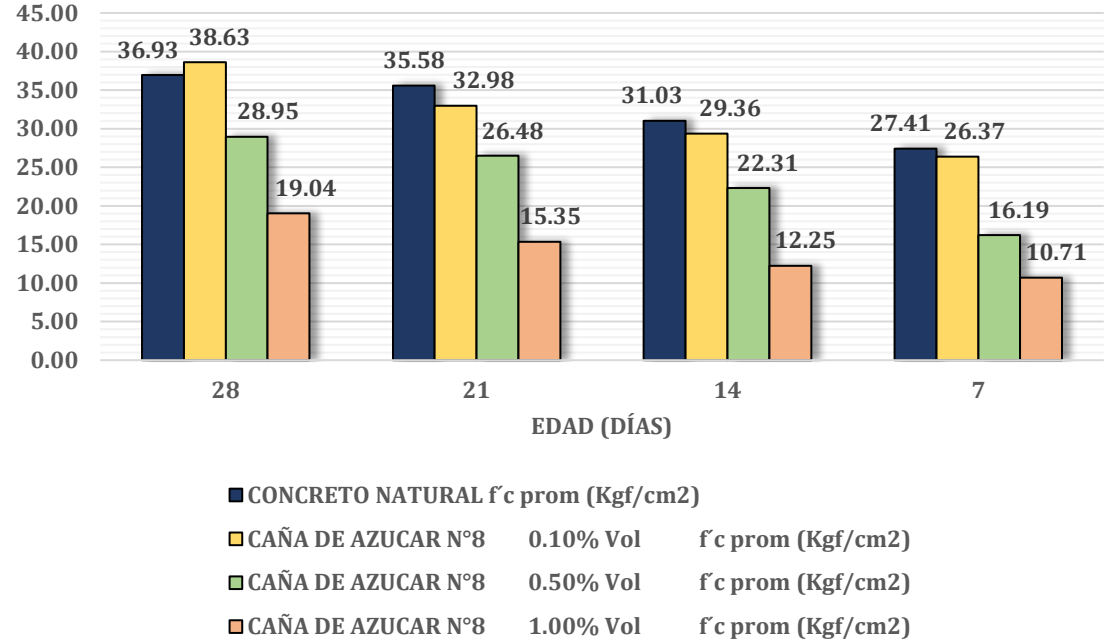
Fuente: Elaboración propia.

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

6.2.3.2. Fibra de Caña de Azúcar con Tamiz N°8 (0.1% - 0.5% - 1.0%):

GRÁFICO 6.23 Resistencia a la tracción indirecta: Concreto Patrón vs. Fibra de Caña de Azúcar (Tamiz N°8).

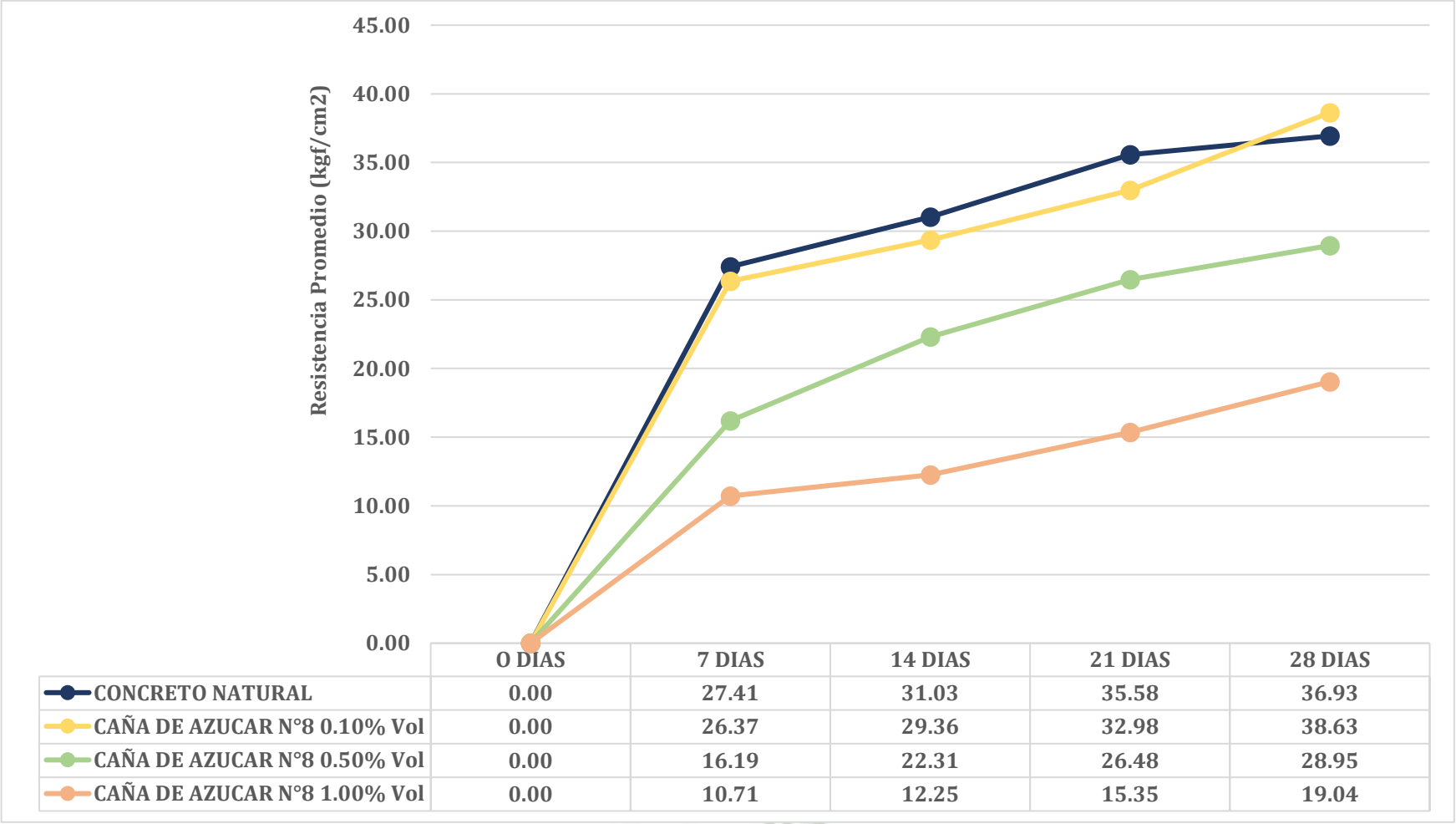


Fuente: Elaboración propia (ver Anexo 09).

En el Gráfico 6.23 se observa que la tendencia de la resistencia a la tracción indirecta a través de los días (7, 14, 21 y 28) es a bajar, en función al incremento del valor porcentual de contenido de fibra natural de caña de azúcar (0.1%, 0.5% y 1.0%) para fibra del Tamiz N°8. El concreto con 0.1% de contenido de fibra natural de caña de azúcar aporta mayor resistencia a la tracción indirecta, llegando a 38.63 kgf/cm^2 a los 28 días, esto es 4.6% más que el concreto patrón; sin embargo, los concretos con 0.5% y 1.0% de contenido de fibra natural de caña de azúcar, disminuyeron la resistencia a la compresión en 21.6% y 48.4% respectivamente a los 28 días (Gráfico 6.24) respecto al concreto patrón.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

GRÁFICO 6.24 Evolución de la resistencia a la tracción indirecta: Concreto Patrón vs. Fibra de Caña de Azúcar (Tamiz N°8).



	O DIAS	7 DIAS	14 DIAS	21 DIAS	28 DIAS
CONCRETO NATURAL	0.00	27.41	31.03	35.58	36.93
CAÑA DE AZUCAR N°8 0.10% Vol	0.00	26.37	29.36	32.98	38.63
CAÑA DE AZUCAR N°8 0.50% Vol	0.00	16.19	22.31	26.48	28.95
CAÑA DE AZUCAR N°8 1.00% Vol	0.00	10.71	12.25	15.35	19.04

Fuente: Elaboración propia.

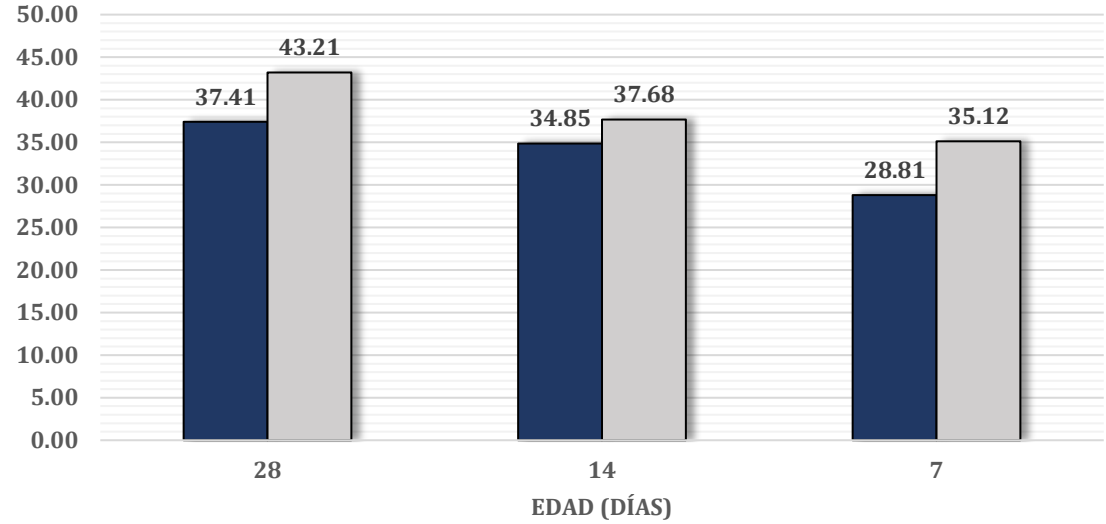
REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

6.3. RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE VIGAS:

6.3.1. CONCRETO CON FIBRA SINTÉTICA DE POLIPROPILENO:

GRÁFICO 6.25 Resistencia a la flexión: Concreto Patrón vs. Fibra Sintética.

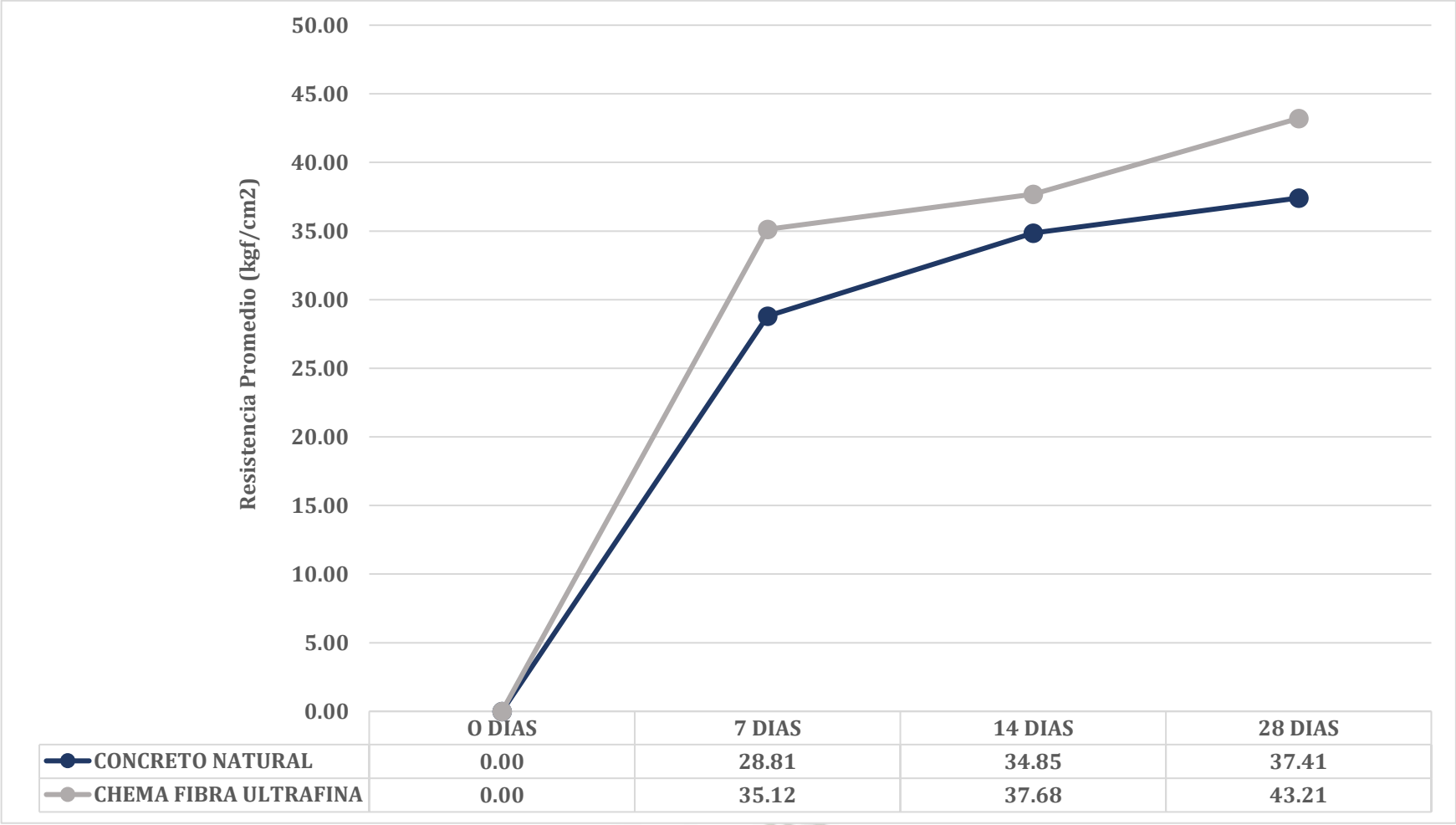


Fuente: Elaboración propia (ver Anexo 10).

En el Gráfico 6.25 se observa que la adición de la fibra sintética de polipropileno al 0.3 kg/m^3 aporta mayor resistencia a la flexo-tracción del concreto, llegando a 43.21 kgf/cm^2 a los 28 días, esto es 16.0% más que el concreto patrón; esta superioridad se evidenció durante toda la evolución de la resistencia a la flexo-tracción para ensayos a 7, 14 y 28 días (Gráfico 6.26).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

GRÁFICO 6.26 Evolución de la resistencia a la flexión: Concreto Patrón vs. Fibra Sintética.



	O DIAS	7 DIAS	14 DIAS	28 DIAS
CONCRETO NATURAL	0.00	28.81	34.85	37.41
CHEMA FIBRA ULTRAFINA	0.00	35.12	37.68	43.21

Fuente: Elaboración propia.

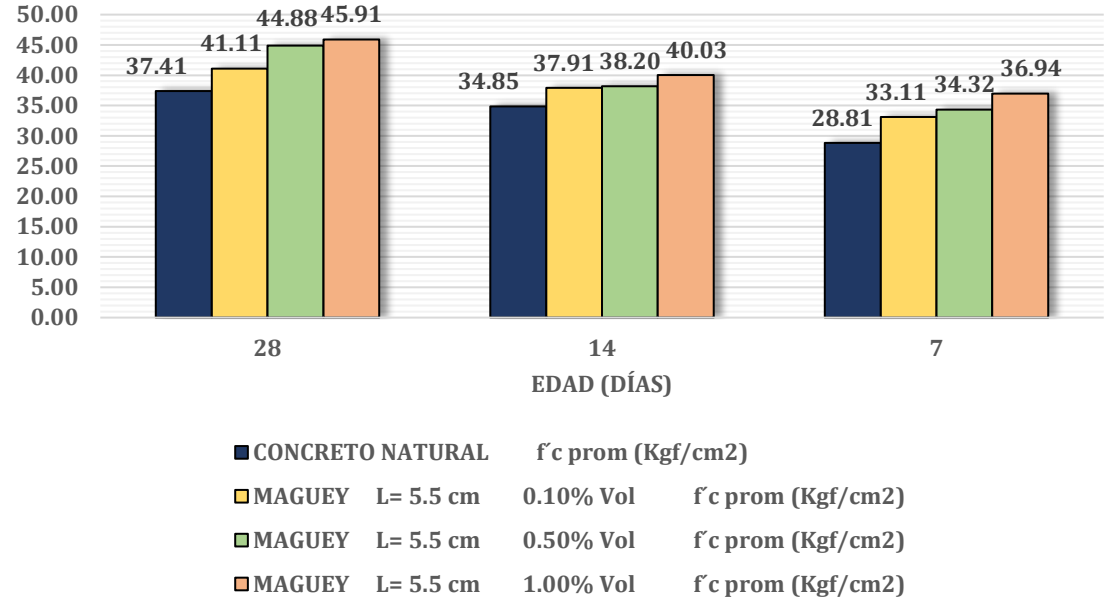
REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

6.3.2. CONCRETO CON FIBRA NATURAL DE MAGUEY:

6.3.2.1. Fibra de Maguey cuando L_{fibra} = 5.5 cm (0.1% - 0.5% - 1.0%):

GRÁFICO 6.27 Resistencia a la flexión: Concreto Patrón vs. Fibra de Maguey (L=5.5cm).

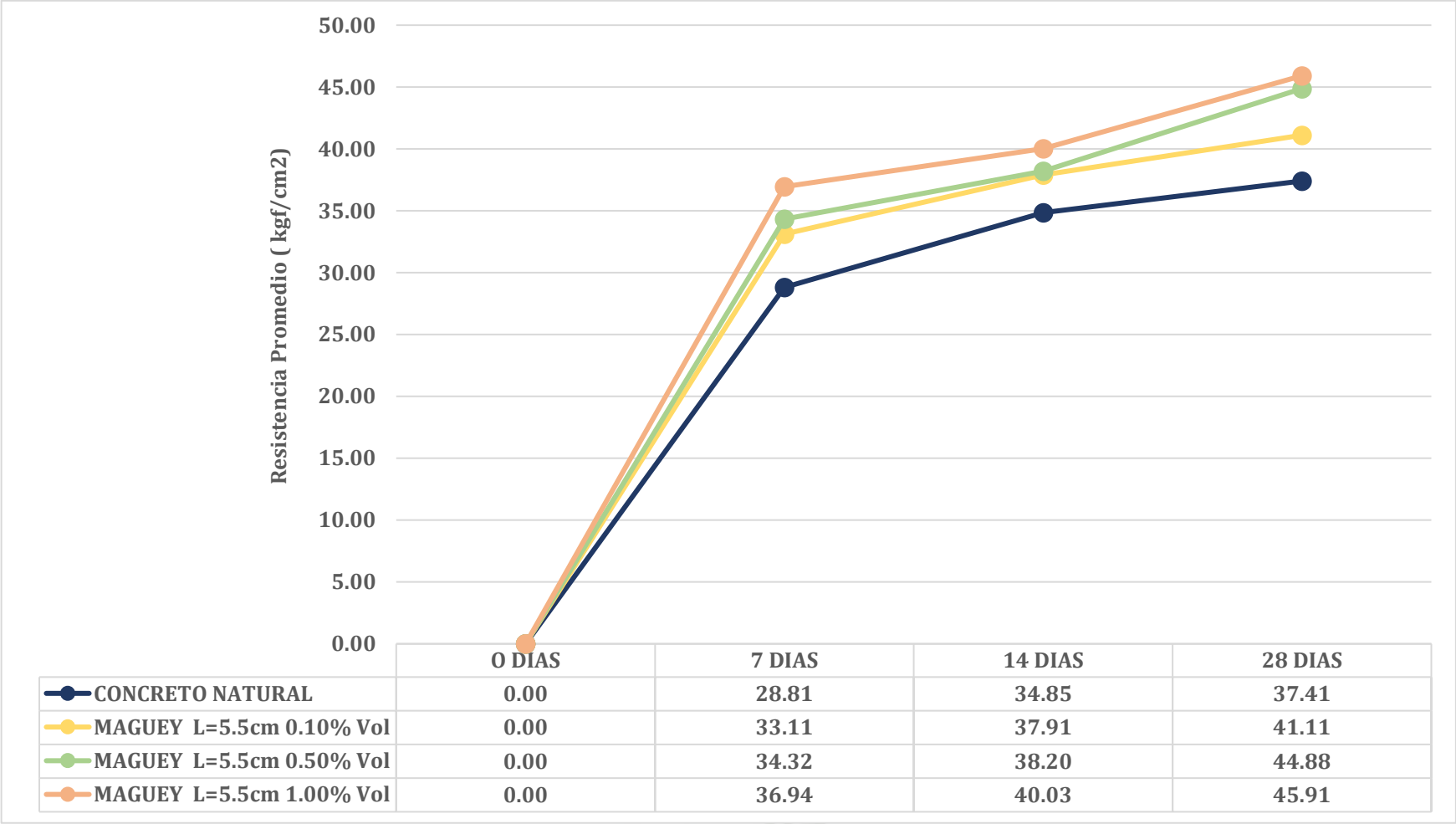


Fuente: Elaboración propia (ver Anexo 10).

En el Gráfico 6.27 se observa que la tendencia de la resistencia a la flexo-tracción a través de los días (7, 14 y 28) es a subir, en función al incremento del valor porcentual de contenido de fibra natural de maguey (0.1%, 0.5% y 1.0%) cuando L_f = 5.5 cm. La máxima resistencia fue de 45.91 kgf/cm^2 a los 28 días para un concreto con 1.0% de contenido de fibra natural de maguey, esto es 23.2% más que el concreto patrón, mientras que los concretos con 0.1 y 0.5% de contenido de fibra natural de maguey aumentaron la resistencia a la flexo-tracción en 10.3% y 20.4% respectivamente a los 28 días (Gráfico 6.28) respecto al concreto patrón.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

GRÁFICO 6.28 Evolución de la resistencia a la flexión: Concreto Patrón vs. Fibra de Maguey (L=5.5cm).



	O DIAS	7 DIAS	14 DIAS	28 DIAS
CONCRETO NATURAL	0.00	28.81	34.85	37.41
MAGUEY L=5.5cm 0.10% Vol	0.00	33.11	37.91	41.11
MAGUEY L=5.5cm 0.50% Vol	0.00	34.32	38.20	44.88
MAGUEY L=5.5cm 1.00% Vol	0.00	36.94	40.03	45.91

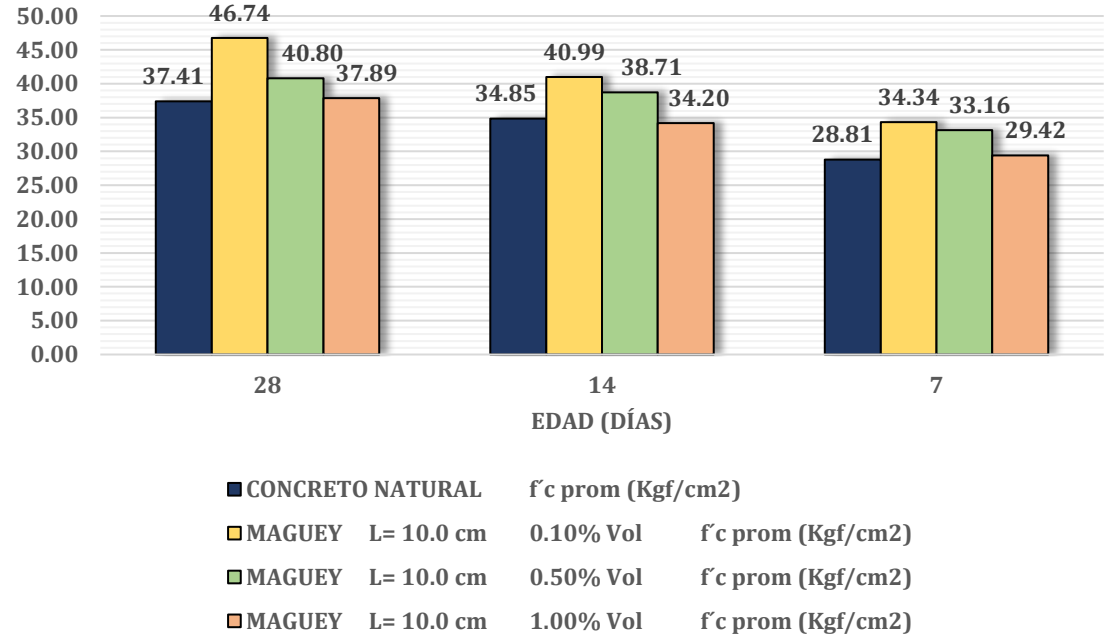
Fuente: Elaboración propia.

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

6.3.2.2. Fibra de Maguey cuando L_{fibra} = 10.0 cm (0.1% - 0.5% - 1.0%):

GRÁFICO 6.29 Resistencia a la flexión: Concreto Patrón vs. Fibra de Maguey (L=10.0cm).

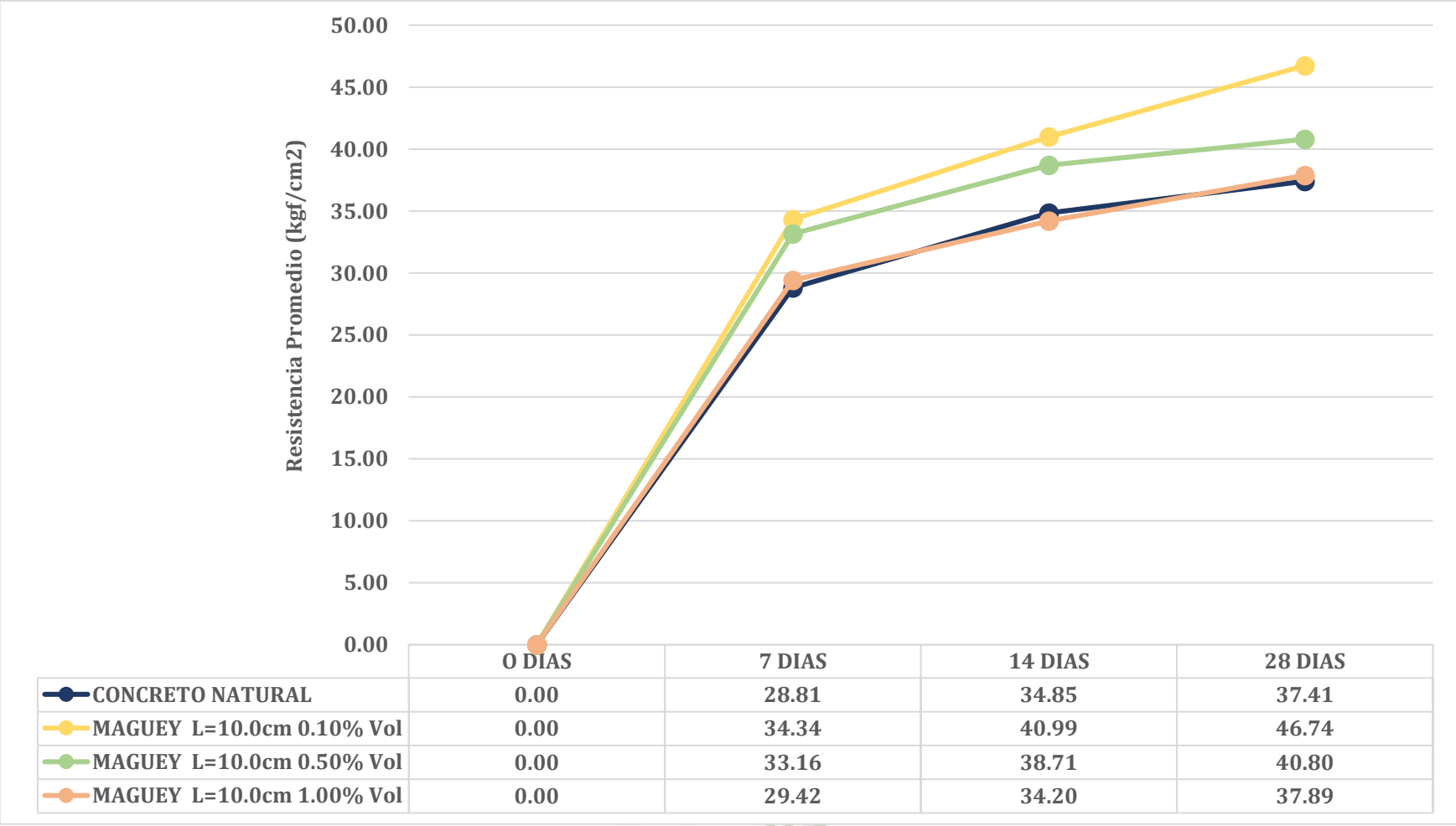


Fuente: Elaboración propia (ver Anexo 10).

En el Gráfico 6.29 se observa que la tendencia de la resistencia a la flexo-tracción a través de los días (7, 14 y 28) es a bajar, en función al incremento del valor porcentual de contenido de fibra natural de maguey (0.1%, 0.5% y 1.0%) cuando L_f = 10.0 cm. Sin embargo, la máxima resistencia fue de 46.74 kgf/cm^2 a los 28 días para un concreto con 0.1% de contenido de fibra natural de maguey, esto es 25.4% más que el concreto patrón, mientras que los concretos con 0.5 y 1.0% de contenido de fibra natural de maguey aumentaron la resistencia a la flexo-tracción en 9.5% y 1.7% respectivamente a los 28 días (Gráfico 6.30) respecto al concreto patrón.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

GRÁFICO 6.30 Evolución de la resistencia a la flexión: Concreto Patrón vs. Fibra de Maguey (L=10.0cm).



	O DIAS	7 DIAS	14 DIAS	28 DIAS
CONCRETO NATURAL	0.00	28.81	34.85	37.41
MAGUEY L=10.0cm 0.10% Vol	0.00	34.34	40.99	46.74
MAGUEY L=10.0cm 0.50% Vol	0.00	33.16	38.71	40.80
MAGUEY L=10.0cm 1.00% Vol	0.00	29.42	34.20	37.89

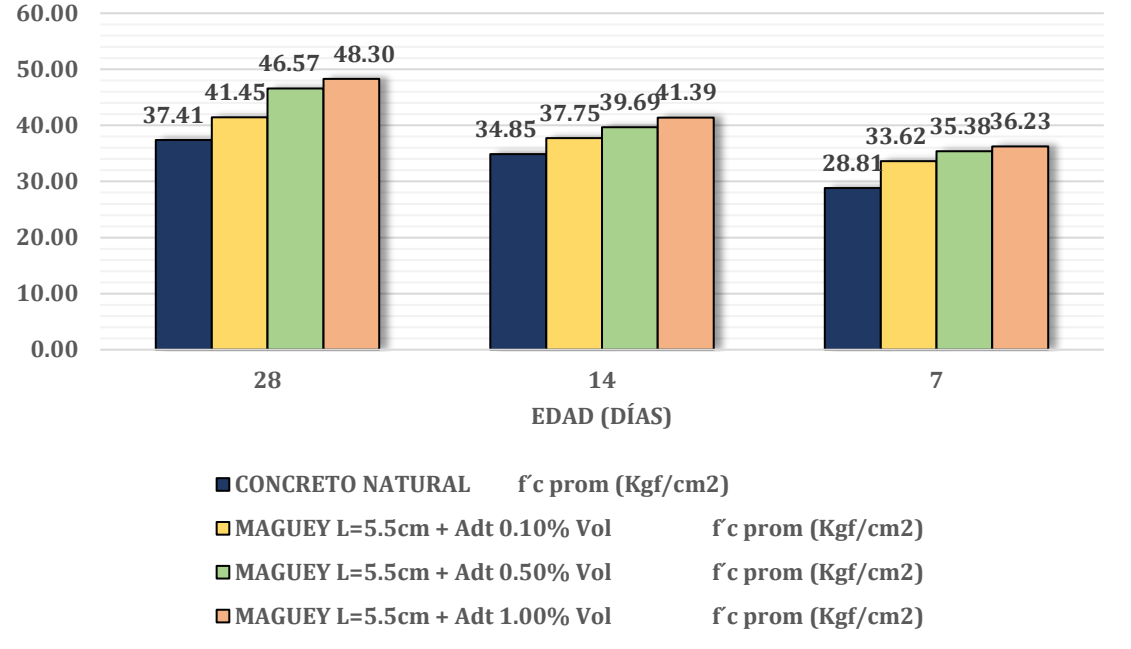
Fuente: Elaboración propia.

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

6.3.2.3. Fibra de Maguey cuando L_{fibra} = 5.5 cm (0.1% - 0.5% - 1.0%) con Aditivo Plastificante:

GRÁFICO 6.31 Resistencia a la flexión: Concreto Patrón vs. Fibra de Maguey (L=5.5cm) con aditivo plastificante.

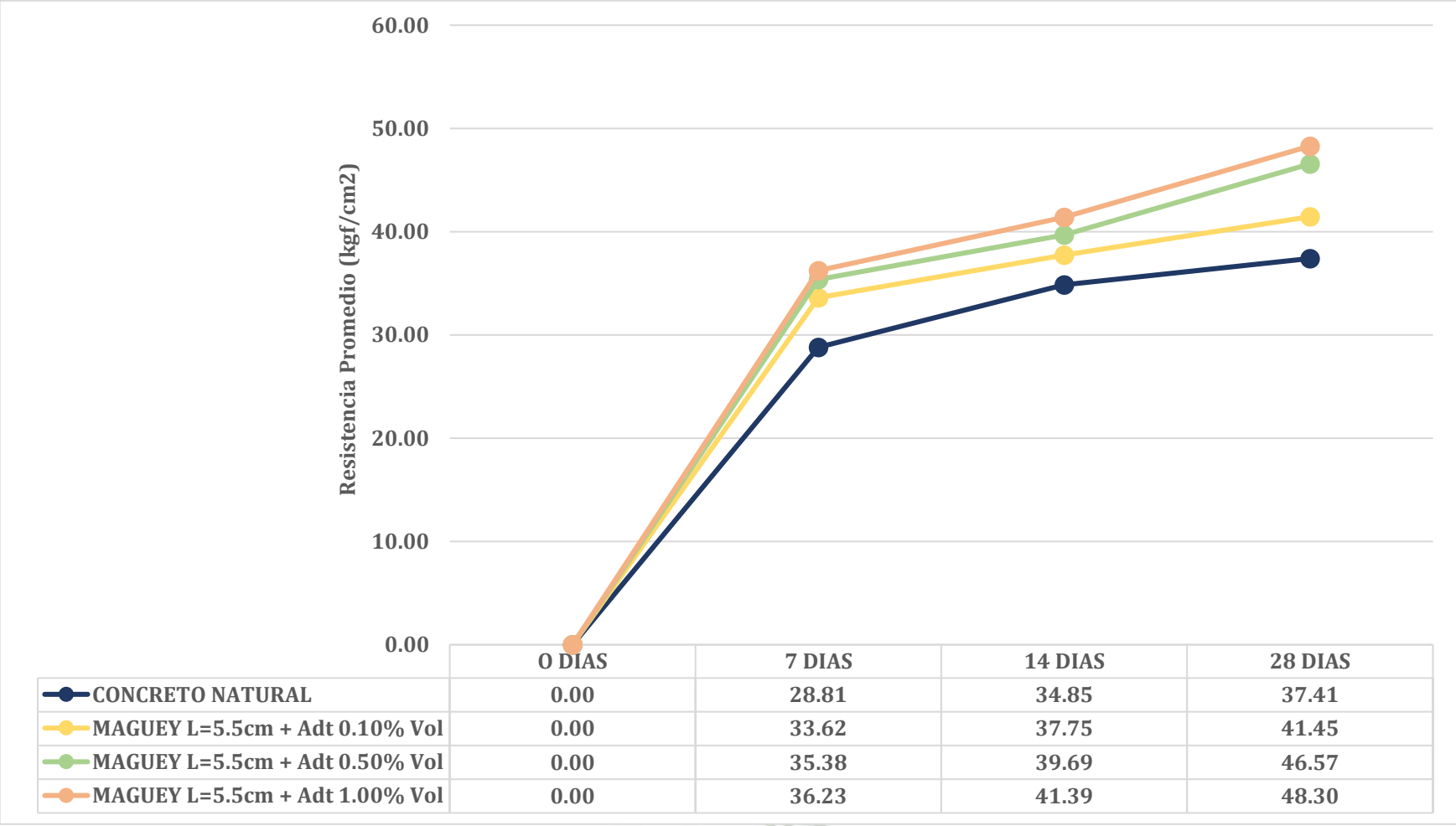


Fuente: Elaboración propia (ver Anexo 10).

En el Gráfico 6.31 se observa que la tendencia de la resistencia a la flexo-tracción a través de los días (7, 14 y 28) es a subir, en función al incremento del valor porcentual de contenido de fibra natural de maguey (0.1%, 0.5% y 1.0%) cuando L_f = 5.5 cm con la incorporación de un aditivo plastificante. La máxima resistencia fue de 48.30 kgf/cm² a los 28 días para un concreto con 1.0% de contenido de fibra natural de maguey, esto es 29.6% más que el concreto patrón, mientras que los concretos con 0.1 y 0.5% de contenido de fibra natural de maguey aumentaron la resistencia a la flexo-tracción en 11.2% y 25.0% respectivamente a los 28 días (Gráfico 6.32) respecto al concreto patrón.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

GRÁFICO 6.32 Evolución de la resistencia a la flexión: Concreto Patrón vs. Fibra de Maguey (L=5.5cm) con aditivo plastificante.



	O DIAS	7 DIAS	14 DIAS	28 DIAS
CONCRETO NATURAL	0.00	28.81	34.85	37.41
MAGUEY L=5.5cm + Adt 0.10% Vol	0.00	33.62	37.75	41.45
MAGUEY L=5.5cm + Adt 0.50% Vol	0.00	35.38	39.69	46.57
MAGUEY L=5.5cm + Adt 1.00% Vol	0.00	36.23	41.39	48.30

Fuente: Elaboración propia.

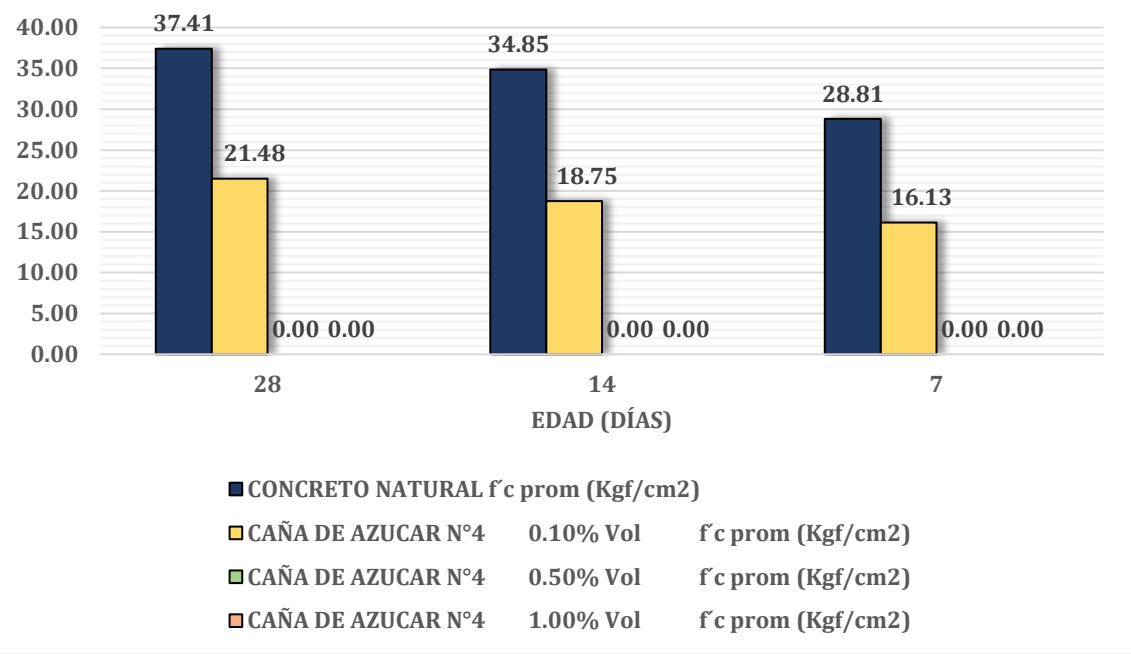
REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

6.3.3. CONCRETO CON FIBRA NATURAL DE CAÑA DE AZÚCAR:

6.3.3.1. Fibra de Caña de Azúcar con Tamiz N°4 (0.1% - 0.5% - 1.0%):

GRÁFICO 6.33 Resistencia a la flexión: Concreto Patrón vs. Fibra de Caña de Azúcar (Tamiz N°4).

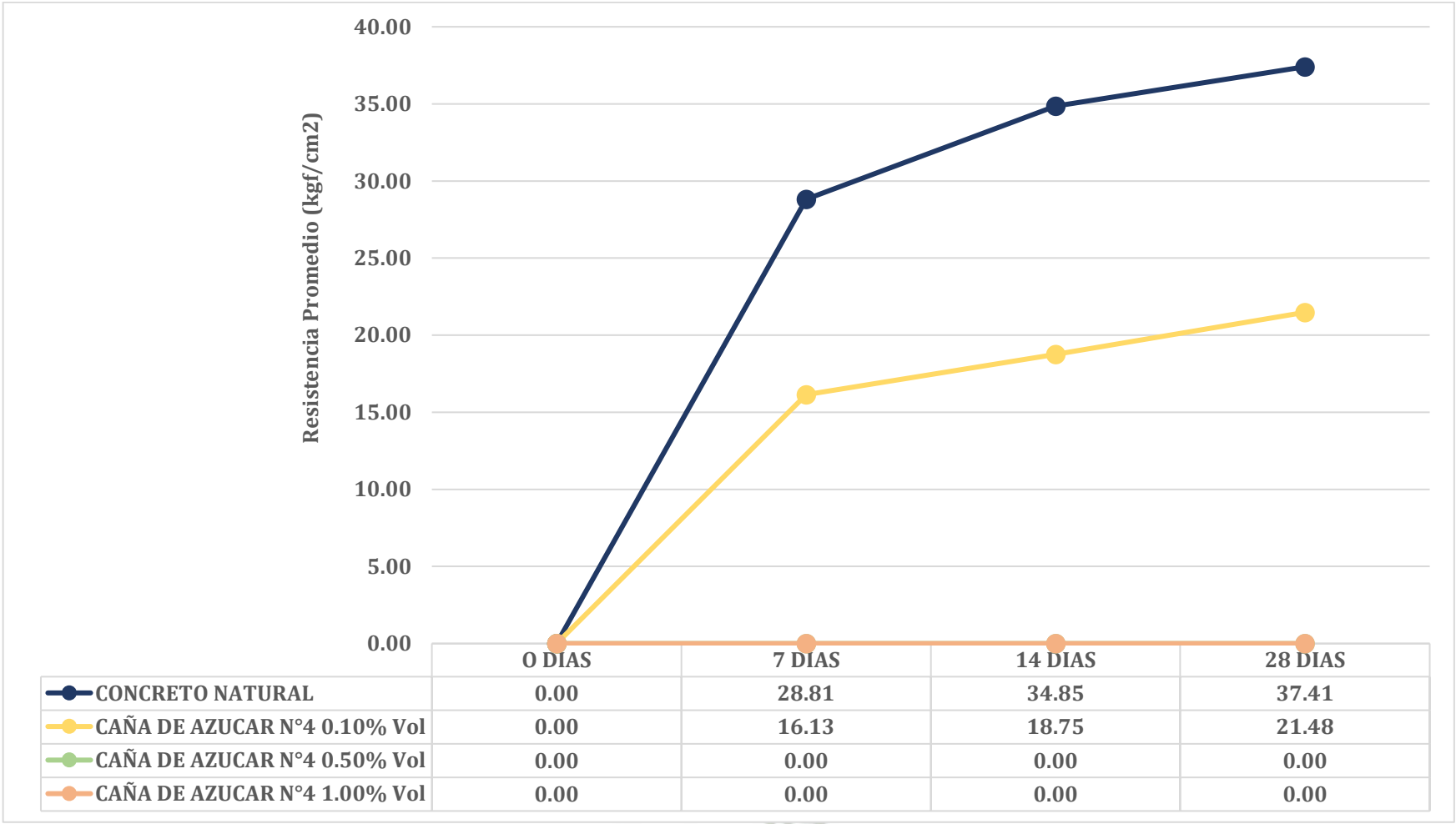


Fuente: Elaboración propia (ver Anexo 10).

En el Gráfico 6.33 se observa que la tendencia de la resistencia a la flexo-tracción a través de los días (7, 14 y 28) es a bajar, en función al incremento del valor porcentual de contenido de fibra natural de caña de azúcar (0.1%, 0.5% y 1.0%) para fibra del Tamiz N°4. La máxima resistencia fue de 21.48 kgf/cm^2 a los 28 días para un concreto con 0.1% de contenido de fibra natural de caña de azúcar, esto es 42.4% menos que el concreto patrón, mientras que los concretos con 0.5 y 1.0% de contenido de fibra natural de caña de azúcar pierden el 100% de la resistencia a la flexo-tracción a los 28 días (Gráfico 6.34) respecto al concreto patrón.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

GRÁFICO 6.34 Evolución de la resistencia a la flexión: Concreto Patrón vs. Fibra de Caña de Azúcar (Tamiz N°4).



	O DIAS	7 DIAS	14 DIAS	28 DIAS
CONCRETO NATURAL	0.00	28.81	34.85	37.41
CAÑA DE AZUCAR N°4 0.10% Vol	0.00	16.13	18.75	21.48
CAÑA DE AZUCAR N°4 0.50% Vol	0.00	0.00	0.00	0.00
CAÑA DE AZUCAR N°4 1.00% Vol	0.00	0.00	0.00	0.00

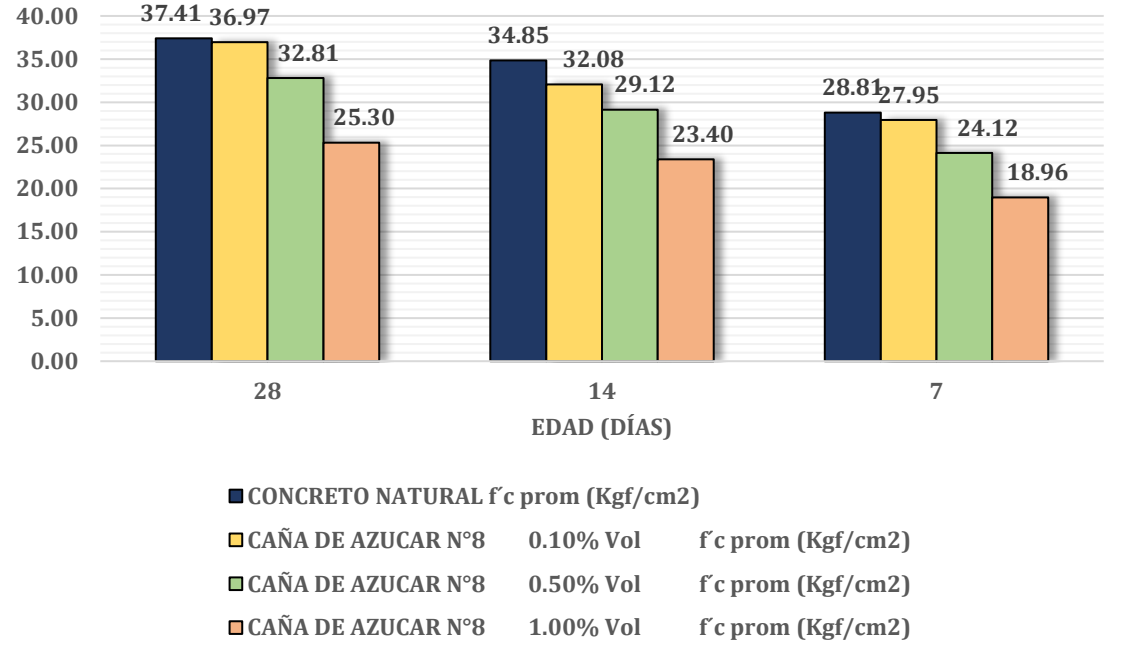
Fuente: Elaboración propia.

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

6.3.3.2. Fibra de Caña de Azúcar con Tamiz N°8 (0.1% - 0.5% - 1.0%):

GRÁFICO 6.35 Resistencia a la flexión: Concreto Patrón vs. Fibra de Caña de Azúcar (Tamiz N°8).

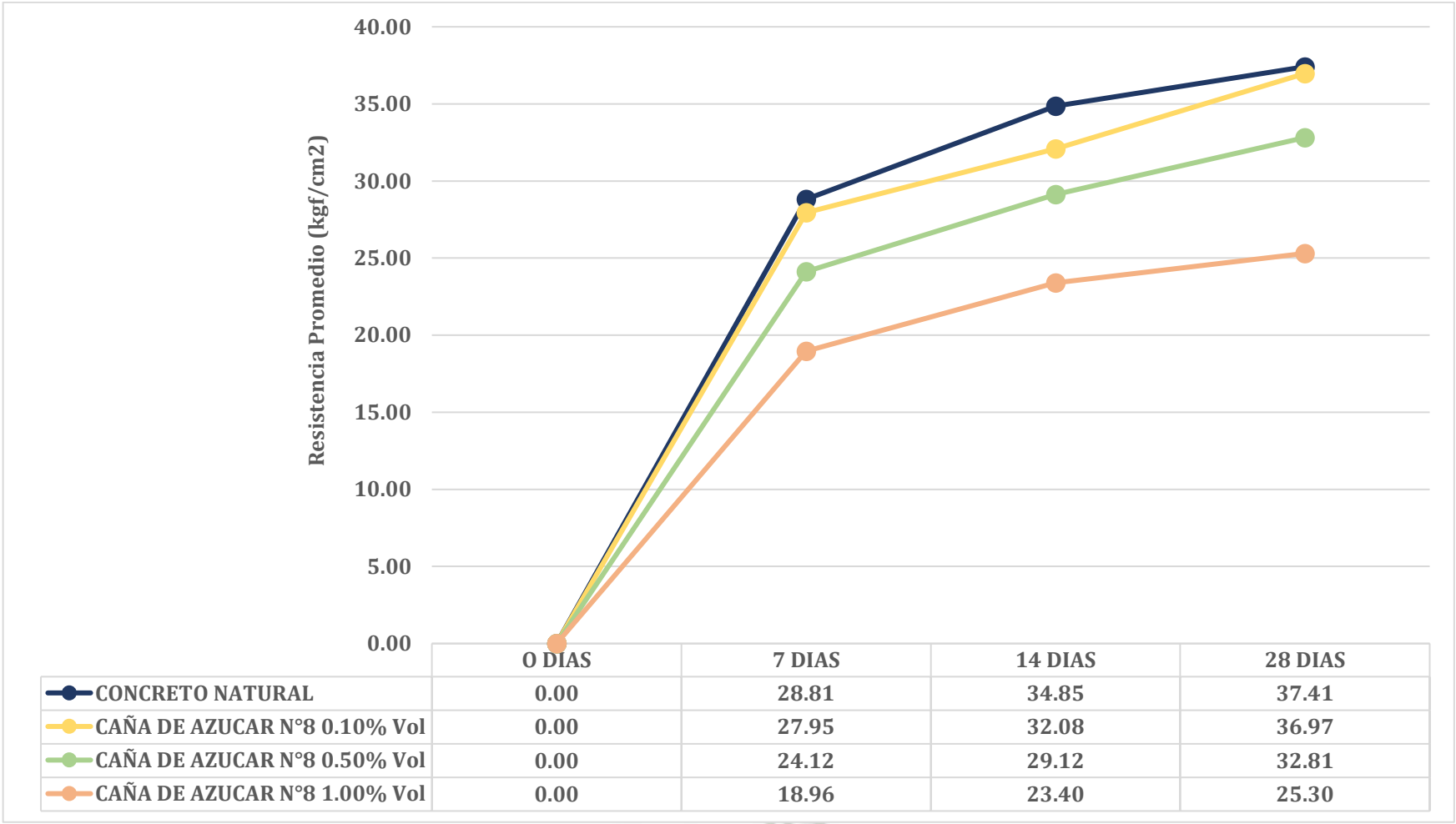


Fuente: Elaboración propia (ver Anexo 10).

En el Gráfico 6.35 se observa que la tendencia de la resistencia a la flexo-tracción a través de los días (7, 14 y 28) es a bajar, en función al incremento del valor porcentual de contenido de fibra natural de caña de azúcar (0.1%, 0.5% y 1.0%) para fibra del Tamiz N°8. La máxima resistencia fue de 36.97 kgf/cm^2 a los 28 días para un concreto con 0.1% de contenido de fibra natural de caña de azúcar, esto es 0.8% menos que el concreto patrón, mientras que los concretos con 0.5 y 1.0% de contenido de fibra natural de caña de azúcar redujeron aún más la resistencia a la flexo-tracción en 11.9% y 32.1% respectivamente a los 28 días (Gráfico 6.36) respecto al concreto patrón.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

GRÁFICO 6.36 Evolución de la resistencia a la flexión: Concreto Patrón vs. Fibra de Caña de Azúcar (Tamiz N°8).



	O DIAS	7 DIAS	14 DIAS	28 DIAS
CONCRETO NATURAL	0.00	28.81	34.85	37.41
CAÑA DE AZUCAR N°8 0.10% Vol	0.00	27.95	32.08	36.97
CAÑA DE AZUCAR N°8 0.50% Vol	0.00	24.12	29.12	32.81
CAÑA DE AZUCAR N°8 1.00% Vol	0.00	18.96	23.40	25.30

Fuente: Elaboración propia.

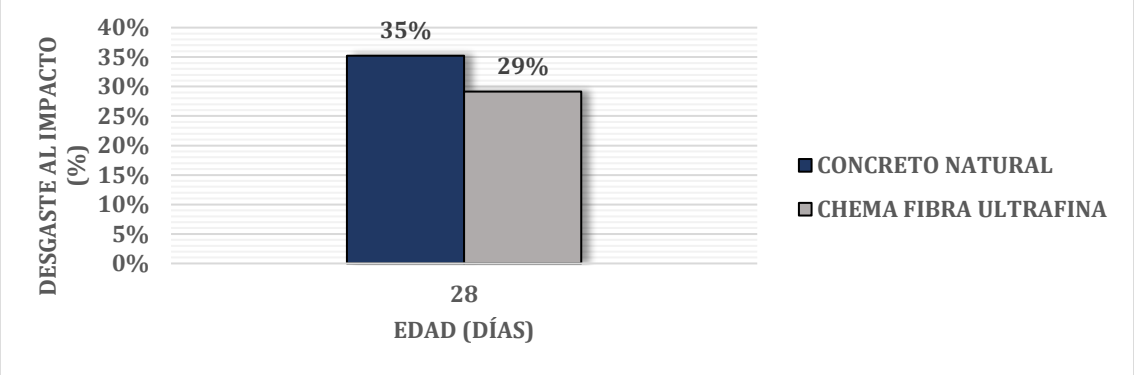
REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

6.4. DESGASTE AL IMPACTO:

6.4.1. CONCRETO CON FIBRA SINTÉTICA DE POLIPROPILENO:

GRÁFICO 6.37 Desgaste al impacto: Concreto Patrón vs. Fibra Sintética.

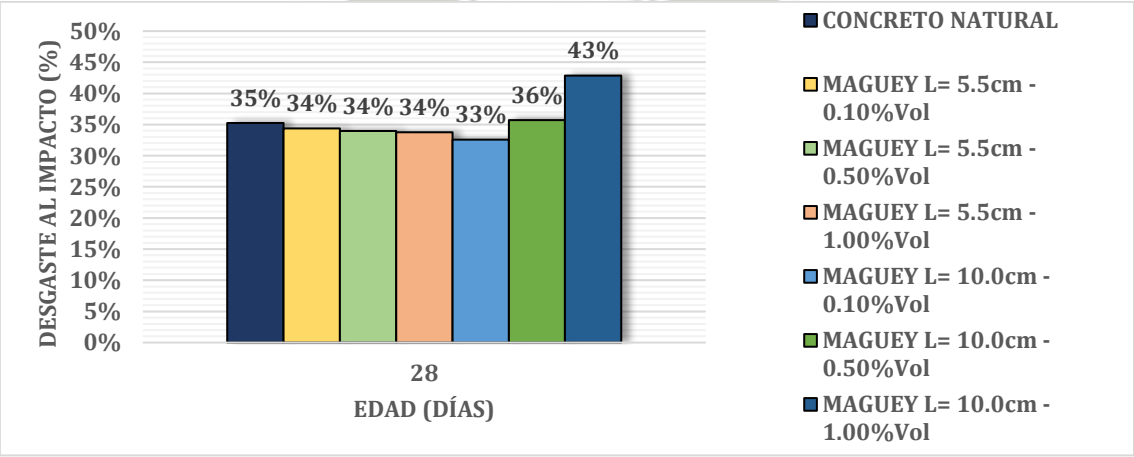


Fuente: Elaboración propia (ver Anexo 11).

En el Gráfico 6.37 se observa que la adición de la fibra sintética de polipropileno al 0.3 kg/m³ reduce el desgaste del concreto en un 17.3% respecto al concreto patrón, esto es 29% de desgaste a los 28 días.

6.4.2. CONCRETO CON FIBRA NATURAL DE MAGUEY:

GRÁFICO 6.38 Desgaste al impacto: Concreto Patrón vs. Fibra de Maguey, cuando L_1=5.5cm y L_2=10.0cm.



Fuente: Elaboración propia (ver Anexo 11).

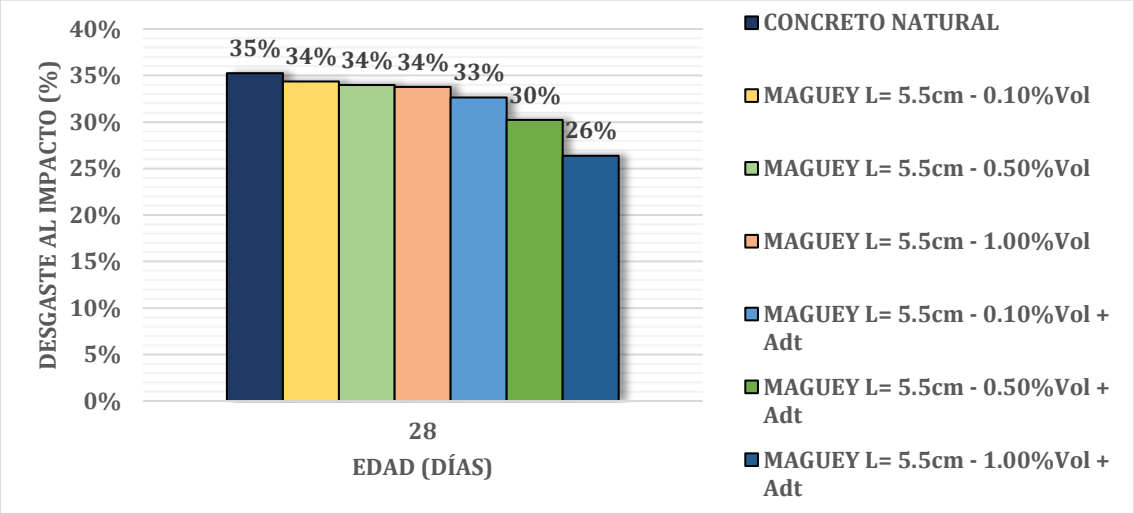
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

En el Gráfico 6.38 se observa que, para un concreto patrón, el incremento del valor porcentual de contenido de fibra natural de maguey (0.1%, 0.5% y 1.0%) cuando L_f = 5.5 cm, redujo progresivamente el desgaste del concreto en 2.5%, 3.6% y 4.2% respectivamente; sin embargo, cuando L_f = 10.0 cm, sólo se redujo el desgaste en 7.6% respecto al concreto patrón para un 0.1% de contenido de fibra natural de maguey, mientras que las muestras con 0.5% y 1.0% de contenido de fibra incrementaron el desgaste en 1.3% y 21.6% respectivamente.

GRÁFICO 6.39 Desgaste al impacto: Concreto Patrón vs. Fibra de Maguey, cuando L_1=5.5cm y L_2=5.5cm con aditivo plastificante.



Fuente: Elaboración propia (ver Anexo 11).

En el Gráfico 6.39 se observa que, para un concreto patrón, el incremento del valor porcentual de contenido de fibra natural de maguey (0.1%, 0.5% y 1.0%) cuando L_f = 5.5 cm, redujo progresivamente el desgaste del concreto en 2.5%, 3.6% y 4.2% respectivamente; sin embargo, la incorporación de un aditivo plastificante redujo el desgaste en 7.4%, 14.3% y 25.2% para los mismos valores porcentuales de contenido de fibra natural de maguey (0.1%, 0.5% y 1.0% respectivamente).

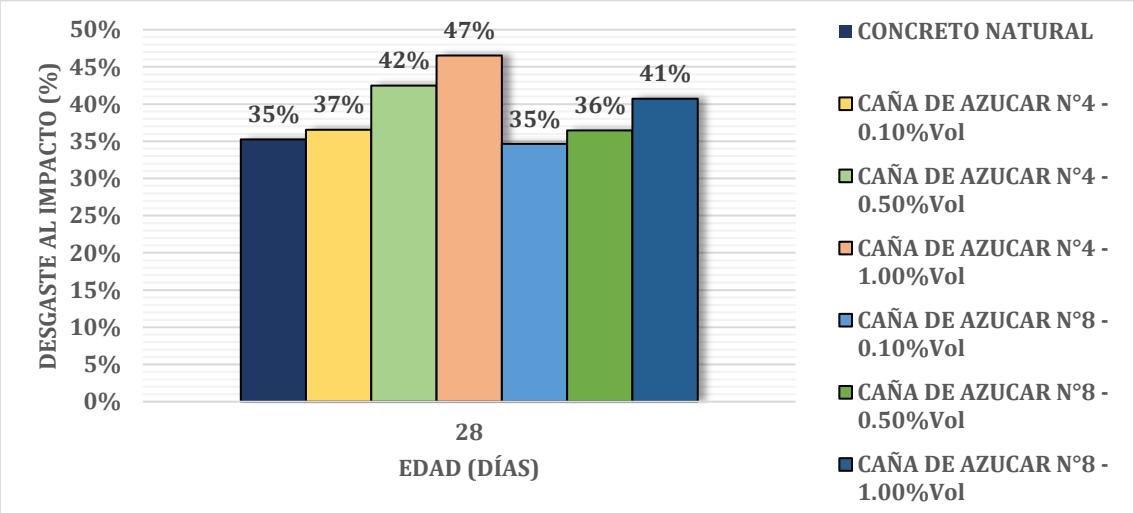
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

6.4.3. CONCRETO CON FIBRA NATURAL DE CAÑA DE AZÚCAR:

GRÁFICO 6.40 Desgaste al impacto: Concreto Patrón vs. Fibra de Caña de Azúcar (Tamiz N°4 y N°8).



Fuente: Elaboración propia (ver Anexo 11).

En el Gráfico 6.40 se observa que, para un concreto patrón, el incremento del valor porcentual de contenido de fibra natural de caña de azúcar (0.1%, 0.5% y 1.0%) para fibra del Tamiz N°4, incrementaron progresivamente el desgaste del concreto en 3.7%, 20.5% y 31.9% respectivamente; sin embargo, para la fibra del Tamiz N°8, sólo se redujo el desgaste en 1.7% respecto al concreto patrón para un 0.1% de contenido de fibra natural de caña de azúcar, mientras que las muestras con 0.5% y 1.0% de contenido de fibra incrementaron el desgaste en 3.5% y 15.5% respectivamente.

6.5. EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO POR CONTENIDO DE FIBRA:

Los ensayos de la resistencia del concreto muestran que a partir de cierta cantidad de fibra se obtiene un valor máximo de resistencia (***denominado Volumen Óptimo de Fibra***), y a partir de allí se experimenta una caída en dicho valor; éstas resistencias son influenciadas por la cantidad, y

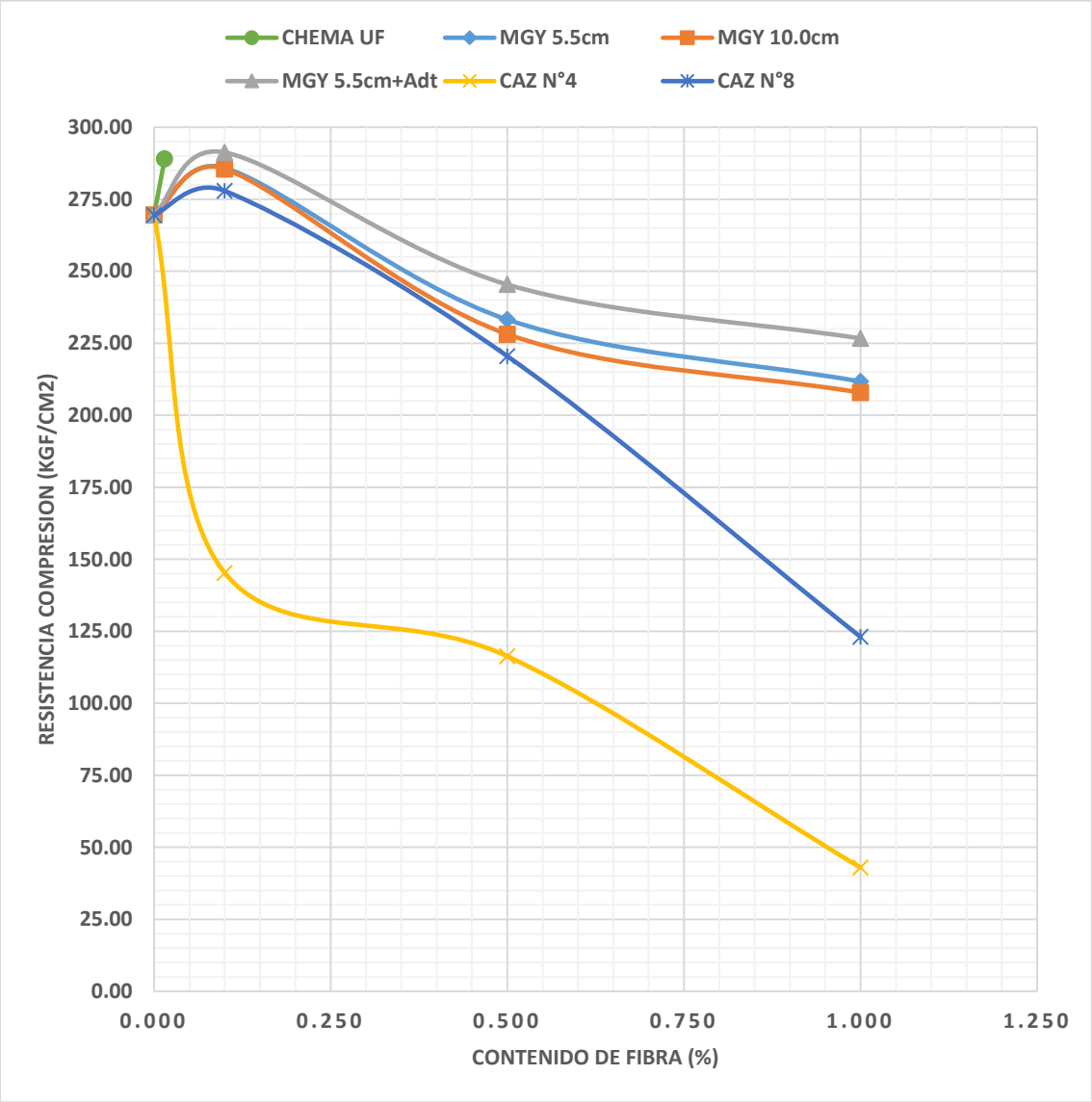
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

características geométricas, morfológicas y mecánicas fijas de la fibra; así como también de la relación agua/cemento del diseño.

GRÁFICO 6.41 Curva resistencia a la Compresión vs. Contenido de Fibra.



Fuente: Elaboración propia.

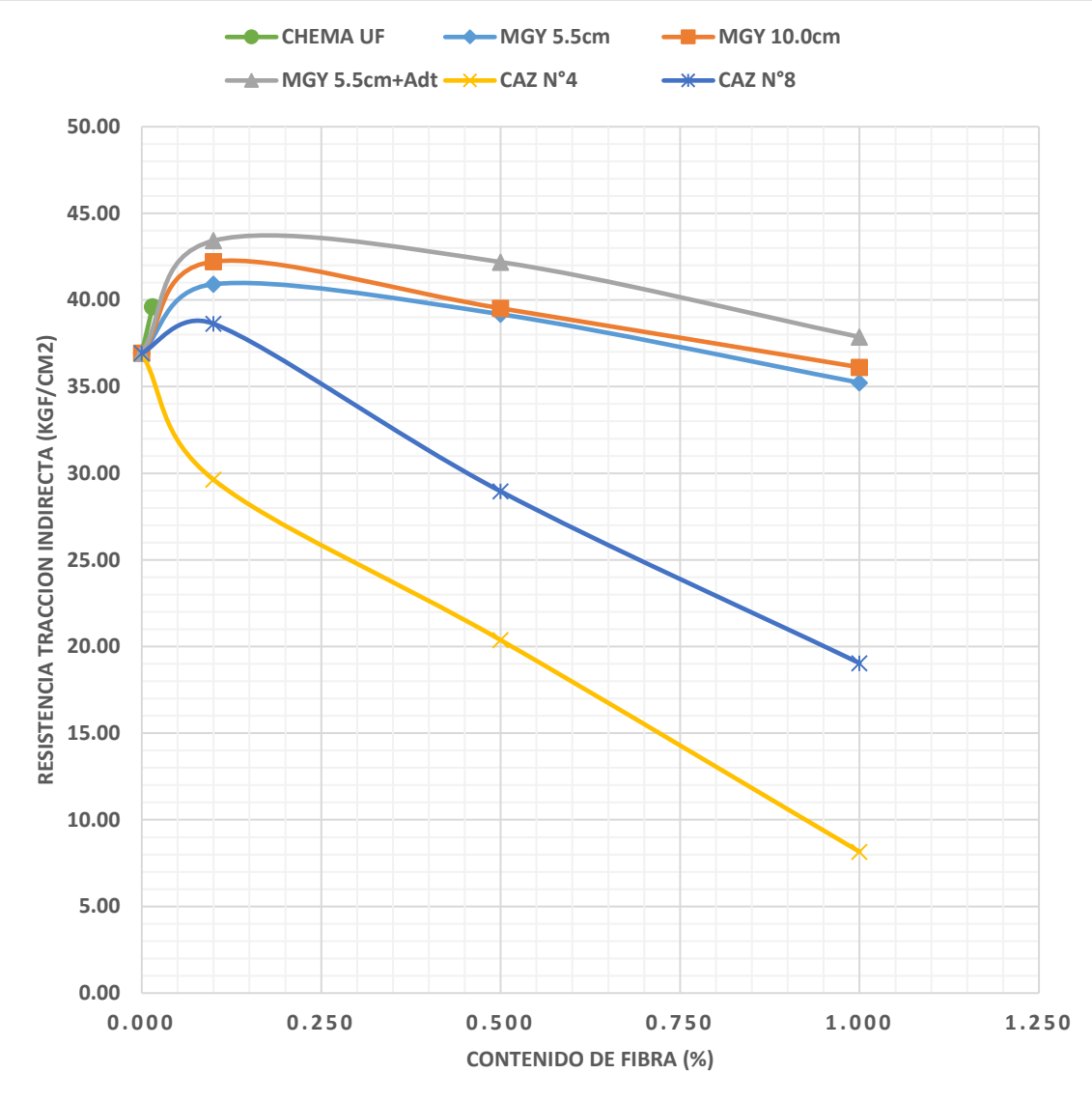
En el Gráfico 6.41 se muestra la evolución de la resistencia a la compresión del concreto patrón a medida que se le adiciona porcentualmente la fibra de polipropileno y las fibras naturales de maguey y caña de azúcar.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

GRÁFICO 6.42 Curva resistencia a la Tracción Indirecta vs. Contenido de Fibra.



Fuente: Elaboración propia.

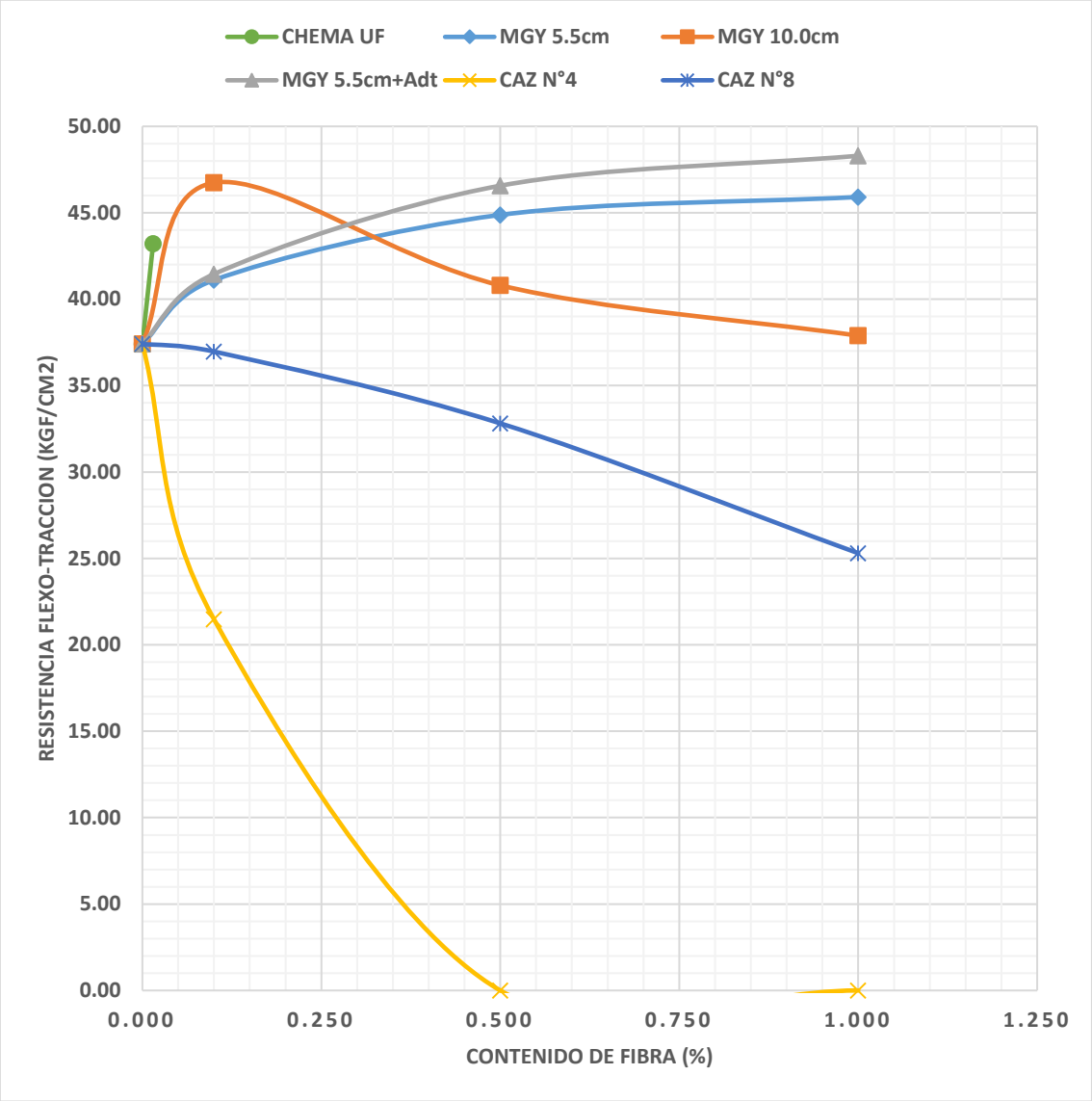
En el Gráfico 6.42 se muestra la evolución de la resistencia a la tracción indirecta del concreto patrón a medida que se le adiciona porcentualmente la fibra de polipropileno y las fibras naturales de maguey y caña de azúcar.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

GRÁFICO 6.43 Curva resistencia a la Flexión vs. Contenido de Fibra.



Fuente: Elaboración propia.

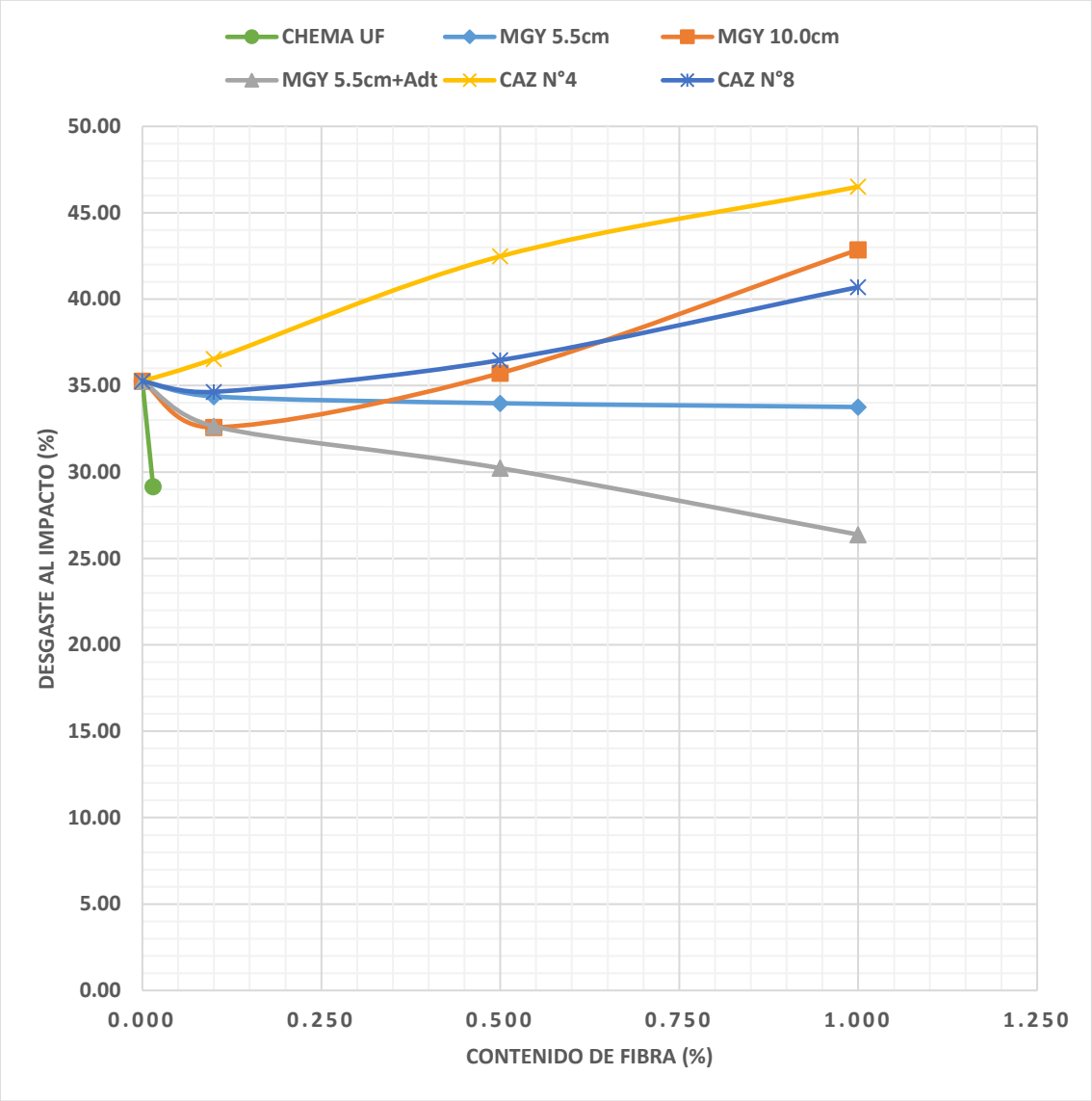
En el Gráfico 6.43 se muestra la evolución de la resistencia a la flexo-tracción del concreto patrón a medida que se le adiciona porcentualmente la fibra de polipropileno y las fibras naturales de maguey y caña de azúcar.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

GRÁFICO 6.44 Curva Desgaste al Impacto vs. Contenido de Fibra.



Fuente: Elaboración propia.

En el Gráfico 6.44 se muestra la evolución del porcentaje de desgaste al impacto del concreto patrón a medida que se le adiciona porcentualmente la fibra de polipropileno y las fibras naturales de maguey y caña de azúcar.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

CAPÍTULO 7 – ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DEL COSTO

7.1. FACTORES INFLUYENTES EN EL COSTO DE PRODUCCIÓN DEL CONCRETO:

En el presente capítulo se realiza un análisis y evaluación del costo de producción por unidad cúbica de concreto fibroreforzado con Fibra Sintética (Polipropileno) y Fibra Natural (Maguey y Caña de Azúcar) en la ciudad de Arequipa, sin embargo, el costo real de producción de estos concretos fibroreforzados en obra depende de diferentes factores que puedan mejorar o retrasar la producción y por ende reducir o aumentar respectivamente el costo.

CUADRO 7.1 Factores influyentes en el costo unitario del concreto.

FACTORES	VARIABLES
Extracción de materia prima natural	Ubicación de la Obra
Producción de la fibra natural	Manual Mecánico
Fibra Sintética	Marcas comerciales
Agregados	En Cantera Puesto en Obra Gradación normada
Cemento	En Planta Puesto en Obra Marca y Tipo
Diseño de Mezclas	Elección del Método de Diseño
Calidad	Procedimientos de producción
Rendimiento	Ubicación de la Obra Mano de Obra especializada

Fuente: Elaboración propia.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

7.2. ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS DE LA FIBRA DE MAGUEY:

APORTE UNITARIO DE MATERIALES

MAGUEY

Recolección sacos	4	
peso X saco :	15	kg
Entonces :		
Cantidad de maguey a recolectar :	**60**	**kg**

Transporte del Maguey

Arequipa - Pampacolca	252	km
Ida y vuelta	504	km
Rendimiento Camioneta pick up 4X4	30	km/gal
Capacidad de carga	932	kg
Entonces :		
Galones :	16.8	galones
costo x galón (inc. IGV)	9.19	soles
costo x galón (sin IGV)	7.79	soles
Combustible :	**130.872**	**soles**

Cálculo del transporte X :

932.00	kg	------	130.87	soles
1.00	kg	------	X	soles

Entonces :

X:	**0.14**	**soles**

Herramientas para procesar el Maguey

	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL	
Cepillo metálico	und	2.00	4.00	8.00	
Escofina media caña 10" Redline (lima)	und	2.00	21.90	43.80	
Mazo de goma 20 oz Stanley	und	2.00	39.90	79.80	
Batea de caucho	und	1.00	50.00	50.00	
Machete major	und	1.00	15.90	15.90	
Guantes hilo x 1 par	und	2.00	1.90	3.80	
		Herramientas (2)		135.40	soles
		Herramientas (1)		65.90	soles
				201.30	

Cálculo de las herramientas X :

60.00	kg	------	2.00	und
1.00	kg	------	X	und

Cálculo de la herramienta X :

60.00	kg	------	1.00	und

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

	1.00	kg	------	X	und

Entonces :

X :	**0.033**	**und**	para 2
X :	**0.017**	**und**	para 1

Equipo para procesar el Maguey

	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL
Roladora manual	und	1.00	500.00	500.00

Cálculo de la cantidad X :

60.00	kg	------	8.00	días
1.00	kg	------	X	días

Entonces :

X:	**0.133**	**días**

Corte y selección de la fibra natural de Maguey

	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL
Tijera Profesional Acero de 21 cm	und	2.00	15.90	31.80
Regla biselada	und	1.00	1.00	1.00

Cálculo de la cantidad de tijeras X :

60.00	kg	------	2.00	und
1.00	kg	------	x	und

Entonces :

X:	**0.033**	**und**

Cálculo de la cantidad de regla X :

60.00	kg	------	1.00	und
1.00	kg	------	x	und

Entonces :

X:	**0.017**	**und**

Tratamiento de la fibra natural de Maguey

Balón de gas

Cálculo de la cantidad X :

10.00	kg	------	0.25	und
1.00	kg	------	X	und

Entonces :

X:	**0.025**	**und**

	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL
Parafina	kg	3.00	6.67	20.00

Cálculo de la cantidad X :

10.00	kg	------	3.00	und
1.00	kg	------	X	und

Entonces :

X:	**0.3**	**kg**

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS (A.P.U.)

TABLA 7.1 A.P.U. Recolección de las pencas (hojas) de Maguey.

Partida	**RECOLECCIÓN DE LAS PENCAS (HOJAS) DE MAGUEY**					
Rendimiento	**60 kg/DIA**	EQ.	**60.0000**	Costo unitario directo por : kg.	**1.71**	
Descripción Recurso		**Unidad**	**Cuadrilla**	**Cantidad**	**Precio S/.**	**Parcial S/.**
Mano de Obra						
CAPATAZ		hh	0.1000	0.0133	11.25	0.15
PEON		hh	1.0000	0.1333	9.38	1.25
						1.40
Materiales						
MACHETE		und		0.0170	15.90	0.27
						0.27
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		0.0300	1.40	0.04
						0.04

Fuente: Elaboración propia.

TABLA 7.2 A.P.U. Flete terrestre de las pencas (hojas) de Maguey.

Partida	**FLETE DE LAS PENCAS (HOJAS) DE MAGUEY**					
Rendimiento	**1000 kg/DIA**	EQ.	**1,000.0000**	Costo unitario directo por : kg.	**0.70**	
Descripción Recurso		**Unidad**	**Cuadrilla**	**Cantidad**	**Precio S/.**	**Parcial S/.**
Equipos						
FLETE TERRESTRE		glb		1.0000	0.14	0.14
CAMIONETA PICK UP		hm	1.0000	0.0080	70.00	0.56
						0.70

Fuente: Elaboración propia.

TABLA 7.3 A.P.U. Obtención de la fibra natural de Maguey.

Partida	**OBTENCIÓN DE LA FIBRA NATURAL DE MAGUEY**					
Rendimiento	**10 kg/DIA**	EQ.	**10.0000**	Costo unitario directo por : kg.	**21.86**	
Descripción Recurso		**Unidad**	**Cuadrilla**	**Cantidad**	**Precio S/.**	**Parcial S/.**
Mano de Obra						
CAPATAZ		hh	0.1000	0.0800	11.25	0.90
PEON		hh	2.0000	1.6000	9.38	15.00
						15.90
Materiales						
CEPILLO METÁLICO		und		0.0330	4.00	0.13
ESCOFINA M/CAÑA 10" (LIMA)		und		0.0330	21.90	0.72
MAZO DE GOMA 20 OZ		und		0.0330	39.90	1.32
BATEA DE CAUCHO		und		0.0170	50.00	0.85
GUANTES HILO X 1 PAR		und		0.0330	1.90	0.06
						3.08
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		0.0300	15.90	0.48

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

ROLADORA MANUAL	día	0.2000	0.1600	15.00	2.40
					2.88

Fuente: Elaboración propia.

TABLA 7.4 A.P.U. Corte y selección de la fibra natural de Maguey (L=5.5cm).

Partida	**CORTE Y SELECCIÓN DE LA FIBRA NATURAL DE MAGUEY (L=5.5CM)**				
Rendimiento	**12 kg/DIA** EQ. **12.0000**	Costo unitario directo por : kg.		**14.25**	
Descripción Recurso	**Unidad**	**Cuadrilla**	**Cantidad**	**Precio S/.**	**Parcial S/.**
Mano de Obra					
CAPATAZ	hh	0.1000	0.0667	11.25	0.75
PEON	hh	2.0000	1.3333	9.38	12.50
					13.25
Materiales					
TIJERA ACERO DE 21 cm	und		0.0330	15.90	0.52
REGLA BISELADA (30 cm)	und		0.0170	1.00	0.02
GUANTES HILO X 1 PAR	und		0.0330	1.90	0.06
					0.60
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		0.0300	13.25	0.40
					0.40

Fuente: Elaboración propia.

TABLA 7.5 A.P.U. Corte y selección de la fibra natural de Maguey (L=10.0cm).

Partida	**CORTE Y SELECCIÓN DE LA FIBRA NATURAL DE MAGUEY (L=10.0CM)**				
Rendimiento	**15 kg/DIA** EQ. **15.0000**	Costo unitario directo por : kg.		**11.52**	
Descripción Recurso	**Unidad**	**Cuadrilla**	**Cantidad**	**Precio S/.**	**Parcial S/.**
Mano de Obra					
CAPATAZ	hh	0.1000	0.0533	11.25	0.60
PEON	hh	2.0000	1.0667	9.38	10.00
					10.60
Materiales					
TIJERA ACERO DE 21 cm	und		0.0330	15.90	0.52
REGLA BISELADA (30 cm)	und		0.0170	1.00	0.02
GUANTES HILO X 1 PAR	und		0.0330	1.90	0.06
					0.60
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		0.0300	10.60	0.32
					0.32

Fuente: Elaboración propia.

TABLA 7.6 A.P.U. Tratamiento de la fibra natural de Maguey.

Partida	**TRATAMIENTO DE LA FIBRA NATURAL DE MAGUEY**				
Rendimiento	**15 kg/DIA** EQ. **15.0000**	Costo unitario directo por : kg.		**8.69**	
Descripción Recurso	**Unidad**	**Cuadrilla**	**Cantidad**	**Precio S/.**	**Parcial S/.**
Mano de Obra					
CAPATAZ	hh	0.1000	0.0533	11.25	0.60

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

PEON	hh	1.0000	0.5333	9.38	5.00
					5.60
Materiales					
BALÓN DE GAS (doméstico)	und		0.0250	36.50	0.91
PARAFINA	kg		0.3000	6.67	2.00
					2.91
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		0.0300	5.60	0.17
COCINA	he	0.0250	0.0133	0.85	0.01
					0.18

Fuente: Elaboración propia.

PRECIO UNITARIO DE FIBRA NATURAL DE MAGUEY

TABLA 7.7 Precio unitario de fibra natural de Maguey L=5.5cm.

Partida:	**FIBRA NATURAL DE MAGUEY (L=5.5CM)**		
ITEM	**DESCRIPCIÓN**	**UND**	**P.U.**
1.00	RECOLECCIÓN DE LAS PENCAS (HOJAS) DE MAGUEY	kg	S/.1.71
2.00	FLETE DE LAS PENCAS (HOJAS) DE MAGUEY	kg	S/.0.70
3.00	OBTENCIÓN DE LA FIBRA NATURAL DE MAGUEY	kg	S/.21.86
4.00	CORTE Y SELECCIÓN DE LA FIBRA NATURAL DE MAGUEY (L=5.5CM)	kg	S/.14.25
5.00	TRATAMIENTO DE LA FIBRA NATURAL DE MAGUEY	kg	S/.8.69
		kg	**S/.47.22**

Fuente: Elaboración propia.

TABLA 7.8 Precio unitario de fibra natural de Maguey L=10.0 cm.

Partida:	**FIBRA NATURAL DE MAGUEY (L=10.0CM)**		
ITEM	**DESCRIPCIÓN**	**UND**	**P.U.**
1.00	RECOLECCIÓN DE LAS PENCAS (HOJAS) DE MAGUEY	kg	S/.1.71
2.00	FLETE DE LAS PENCAS (HOJAS) DE MAGUEY	kg	S/.0.70
3.00	OBTENCIÓN DE LA FIBRA NATURAL DE MAGUEY	kg	S/.21.86
4.00	CORTE Y SELECCIÓN DE LA FIBRA NATURAL DE MAGUEY (L=10.0CM)	kg	S/.11.52
5.00	TRATAMIENTO DE LA FIBRA NATURAL DE MAGUEY	kg	S/.8.69
		kg	**S/.44.49**

Fuente: Elaboración propia.

7.3. ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS DE LA FIBRA DE CAÑA DE AZÚCAR:

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

APORTE UNITARIO DE MATERIALES

CAÑA DE AZÚCAR

Recolección sacos	20	
peso X saco :	5	kg
Entonces :		
Cantidad de bagazo a recolectar :	**100**	**kg**

Transporte del bagazo de la Caña de Azúcar

Arequipa - Acoy	183	km
Ida y vuelta	366	km
Rendimiento Camioneta pick up 4X4	30	km/gal
Capacidad de Carga	932	kg
Entonces :		
Galones :	12.2	galones
costo x galón (inc. IGV)	9.19	soles
costo x galón (sin IGV)	7.79	soles
Combustible :	**95.038**	**soles**

Cálculo del transporte X :

932.00	kg	------	95.04	soles
1.00	kg	------	X	soles

Entonces :

X:	**0.102**	**soles**

Secado del bagazo de Caña de Azúcar

	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL
Horno artesanal	und	1.00	2500.00	2500.00

Cálculo de la cantidad X :

100.00	kg	------	4.00	días
1.00	kg	------	X	días

Entonces :

X:	**0.04**	**días**

	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL
Leña (paquete x 5 troncos)	und	8.00	5.00	40.00

Cálculo de la cantidad X :

100.00	kg	------	8.00	und
1.00	kg	------	X	und

Entonces :

X:	**0.08**	**und**

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Transporte del bagazo (SECO)

Almacén - Molino Wong	8.6	km
Ida y vuelta	17.2	km
Rendimiento Camioneta pick up 4X4	30	km/gal
Capacidad de Carga	932	kg
Entonces :		
Galones :	0.57	galones
costo x galón (inc. IGV)	9.19	soles
costo x galón (sin IGV)	7.79	soles
Combustible :	**4.44**	**soles**

Cálculo del transporte X :

932.00	kg	------	4.44	soles	
1.00	kg	------	X	soles	

Entonces :

X:	**0.005**	**soles**

Molienda del bagazo seco
MOLINO WONG

Cálculo de la cantidad X :

90.00	kg	------	0.50	día
1.00	kg	------	X	día

Entonces :

X:	**0.006**	**días**

Herramientas para tamizar el bagazo de Caña de Azúcar - Post Molienda

	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL	
Malla Inox N° 4	und	1.00	17.00	17.00	
Malla Inox N° 8	und	1.00	16.00	16.00	
Malla Inox N° 20	und	1.00	16.00	16.00	
Machete major	und	1.00	15.90	15.90	
Guantes hilo x 1 par	und	2.00	1.90	3.80	
		Herramientas (2)		3.80	soles
		Herramientas (1)		64.90	soles
				68.70	

Cálculo de las herramientas X :

90.00	kg	------	2.00	und
1.00	kg	------	X	und

Cálculo de la herramienta X :

90.00	kg	------	1.00	und
1.00	kg	------	X	und

Entonces :

X :	**0.022**	**und**	para 2
X :	**0.011**	**und**	para 1

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tratamiento de la Fibra de Caña de Azúcar — *$Ca(OH)_2$ "Solución al 5% de concentración"*

Cal hidratada

Cálculo de la cantidad X :

	20.00	kg	------	1.50	kg cal
	1.00	kg	------	X	

Entonces :

X:	**0.075**	**kg**

Agua

Cálculo de la cantidad X :

	20.00	kg	------	30.00	lt agua
	1.00	kg	------	X	lt agua

Entonces :

X:	**1.5**	**lt**

conversión del agua de Lts. a m^3

	1.00	m3	------	1000.00	lt
	x	m3	------	1.50	lt

Entonces :

X:	**0.002**	**m3**

Baldes

Cálculo de la cantidad X :

	20.00	kg	------	2.00	balde
	1.00	kg	------	X	balde

Entonces :

X:	**0.1**	**balde**

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS (A.P.U.)

TABLA 7.9 A.P.U. Recolección del bagazo de Caña de Azúcar.

Partida	**RECOLECCIÓN DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR**				
Rendimiento	**100 kg/DIA** EQ. **100.0000**	Costo unitario directo por : kg.		**1.04**	
Descripción Recurso	**Unidad**	**Cuadrilla**	**Cantidad**	**Precio S/.**	**Parcial S/.**
Mano de Obra					
CAPATAZ	hh	0.1000	0.0080	11.25	0.09
PEON	hh	1.0000	0.0800	9.38	0.75
					0.84
Materiales					
MACHETE	und		0.0110	15.90	0.17
					0.17
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		0.0300	0.84	0.03
					0.03

Fuente: Elaboración propia.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

TABLA 7.10 A.P.U. Flete terrestre del bagazo de Caña de Azúcar.

Partida	**FLETE DEL BAGAZO DE LA CAÑA DE AZÚCAR**					
Rendimiento	**1000 kg/DIA**	EQ.	**1,000.0000**	Costo unitario directo por : kg.	**0.66**	
Descripción Recurso		**Unidad**	**Cuadrilla**	**Cantidad**	**Precio S/.**	**Parcial S/.**
Equipos						
FLETE TERRESTRE		glb		1.0000	0.10	0.10
CAMIONETA PICK UP		hm	1.0000	0.0080	70.00	0.56
						0.66

Fuente: Elaboración propia.

TABLA 7.11 A.P.U. Secado del bagazo de Caña de Azúcar (horno artesanal).

Partida	**SECADO DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR**					
Rendimiento	**25 kg/DIA**	EQ.	**25.0000**	Costo unitario directo por : kg.	**5.06**	
Descripción Recurso		**Unidad**	**Cuadrilla**	**Cantidad**	**Precio S/.**	**Parcial S/.**
Mano de Obra						
CAPATAZ		hh	0.1000	0.0320	11.25	0.36
PEON		hh	1.0000	0.3200	9.38	3.00
						3.36
Materiales						
LEÑA (PAQUETE x 5)		und		0.0800	5.00	0.40
						0.40
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		0.0300	3.36	0.10
HORNO ARTESANAL		día	0.1500	0.0480	25.00	1.20
						1.30

Fuente: Elaboración propia.

TABLA 7.12 A.P.U. Molienda del bagazo de Caña de Azúcar.

Partida	**MOLIENDA DEL BAGAZO DE LA CAÑA DE AZÚCAR**					
Rendimiento	**200 kg/DIA**	EQ.	**200.0000**	Costo unitario directo por : kg.	**1.10**	
Descripción Recurso		**Unidad**	**Cuadrilla**	**Cantidad**	**Precio S/.**	**Parcial S/.**
Mano de Obra						
CAPATAZ		hh	0.1000	0.0040	11.25	0.05
PEON		hh	2.0000	0.0800	9.38	0.75
						0.80
Equipos						
FLETE TERRESTRE		glb		1.0000	0.01	0.01
MOLINO DE MARTILLO		día	0.1500	0.0060	50.00	0.30
						0.31

Fuente: Elaboración propia.

TABLA 7.13 A.P.U. Tamizado manual N°4 de fibra natural de Caña de Azúcar.

Partida	**TAMIZADO MANUAL (N°4) DE LA FIBRA NATURAL DE CAÑA DE AZÚCAR**					
Rendimiento	**20 kg/DIA**	EQ.	**20.0000**	Costo unitario directo por : kg.	**8.77**	
Descripción Recurso		**Unidad**	**Cuadrilla**	**Cantidad**	**Precio S/.**	**Parcial S/.**

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Mano de Obra					
CAPATAZ	hh	0.1000	0.0400	11.25	0.45
PEON	hh	2.0000	0.8000	9.38	7.50
					7.95
Materiales					
MALLA INOX N° 4 (1.00x0.50 mts)	und		0.0110	17.00	0.19
MALLA INOX N° 8 (1.00x0.50 mts)	und		0.0110	16.00	0.18
MALLA INOX N° 20 (1.00x0.50 mts)	und		0.0110	16.00	0.18
GUANTES HILO X 1 PAR	und		0.0220	1.90	0.04
					0.58
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		0.0300	7.95	0.24
					0.24

Fuente: Elaboración propia.

TABLA 7.14 A.P.U. Tamizado manual N°8 de fibra natural de Caña de Azúcar.

Partida	**TAMIZADO MANUAL (N°8) DE LA FIBRA NATURAL DE CAÑA DE AZÚCAR**				
Rendimiento	**15 kg/DIA**	EQ. **15.0000**	Costo unitario directo por : kg.		**11.50**
Descripción Recurso	**Unidad**	**Cuadrilla**	**Cantidad**	**Precio S/.**	**Parcial S/.**
Mano de Obra					
CAPATAZ	hh	0.1000	0.0533	11.25	0.60
PEON	hh	2.0000	1.0667	9.38	10.00
					10.60
Materiales					
MALLA INOX N° 4 (1.00x0.50 mts)	und		0.0110	17.00	0.19
MALLA INOX N° 8 (1.00x0.50 mts)	und		0.0110	16.00	0.18
MALLA INOX N° 20 (1.00x0.50 mts)	und		0.0110	16.00	0.18
GUANTES HILO X 1 PAR	und		0.0220	1.90	0.04
					0.58
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		0.0300	10.60	0.32
					0.32

Fuente: Elaboración propia.

TABLA 7.15 A.P.U. Tratamiento de la fibra natural de Caña de Azúcar.

Partida	**TRATAMIENTO DE LA FIBRA NATURAL DE CAÑA DE AZÚCAR**				
Rendimiento	**20 kg/DIA**	EQ. **20.0000**	Costo unitario directo por : kg.		**5.84**
Descripción Recurso	**Unidad**	**Cuadrilla**	**Cantidad**	**Precio S/.**	**Parcial S/.**
Mano de Obra					
CAPATAZ	hh	0.1000	0.0400	11.25	0.45
PEON	hh	1.0000	0.4000	9.38	3.75
					4.20

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Materiales				
CAL HIDRATADA	kg	0.0750	12.00	0.90
BALDE (20 lt.)	und	0.1000	6.00	0.60
AGUA	m3	0.0020	5.00	0.01
				1.51
Equipos				
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO	0.0300	4.20	0.13
				0.13

Fuente: Elaboración propia.

PRECIO UNITARIO DE FIBRA NATURAL DE CAÑA DE AZÚCAR

TABLA 7.16 Precio unitario de fibra natural de Caña de Azúcar N°4.

Partida:	**FIBRA NATURAL DE CAÑA DE AZÚCAR (N°4)**		
ITEM	**DESCRIPCIÓN**	**UND**	**P.U.**
1.00	RECOLECCIÓN DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR	kg	S/.1.04
2.00	FLETE DEL BAGAZO DE LA CAÑA DE AZÚCAR	kg	S/.0.66
3.00	SECADO DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR	kg	S/.5.06
4.00	MOLIENDA DEL BAGAZO DE LA CAÑA DE AZÚCAR	kg	S/.1.10
5.00	TAMIZADO MANUAL (N°4) DE LA FIBRA NATURAL DE CAÑA DE AZÚCAR	kg	S/.8.77
6.00	TRATAMIENTO DE LA FIBRA NATURAL DE CAÑA DE AZÚCAR	kg	S/.5.84
		kg	**S/.22.47**

Fuente: Elaboración propia.

TABLA 7.17 Precio unitario de fibra natural de Caña de Azúcar N°8.

Partida:	**FIBRA NATURAL DE CAÑA DE AZÚCAR (N°8)**		
ITEM	**DESCRIPCIÓN**	**UND**	**P.U.**
1.00	RECOLECCIÓN DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR	kg	S/.1.04
2.00	FLETE DEL BAGAZO DE LA CAÑA DE AZÚCAR	kg	S/.0.66
3.00	SECADO DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR	kg	S/.5.06
4.00	MOLIENDA DEL BAGAZO DE LA CAÑA DE AZÚCAR	kg	S/.1.10
5.00	TAMIZADO MANUAL (N°8) DE LA FIBRA NATURAL DE CAÑA DE AZÚCAR	kg	S/.11.50
6.00	TRATAMIENTO DE LA FIBRA NATURAL DE CAÑA DE AZÚCAR	kg	S/.5.84
		kg	**S/.25.20**

Fuente: Elaboración propia.

7.4. ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS (A.P.U.) POR M³ DE CONCRETO:

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

APORTE UNITARIO DE MATERIALES

TABLA 7.18 Aporte unitario de materiales por m³ de concreto.

APORTE UNITARIO DE LOS MATERIALES x m³ DE CONCRETO (WALKER f'c = 210 kgf/cm²)									
Materiales	**Und**	**Concreto Patrón**	**Fibra Sintética**	**Fibra Maguey 0.1%**	**Fibra Maguey 0.5%**	**Fibra Maguey 1.0%**	**Fibra Caña Az. 0.1%**	**Fibra Caña Az. 0.5%**	**Fibra Caña Az. 1.0%**
Cemento	bls	8.638	8.638	8.638	8.638	8.638	8.638	8.638	8.638
Ag. Fino	m³	0.278	0.278	0.278	0.278	0.278	0.278	0.278	0.278
Ag. Grueso	m³	0.371	0.371	0.370	0.368	0.364	0.370	0.368	0.364
Agua	m³	0.217	0.217	0.217	0.217	0.217	0.217	0.217	0.217
Fb Sintética	bls		0.910						
Fb Natural	kg			0.801	4.006	8.013	0.808	4.039	8.077
Plastificante	gln			0.114	0.114	0.114			

Fuente: Elaboración propia.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS (A.P.U.)

TABLA 7.19 A.P.U. Losa maciza Walker f'c=210 kgf/cm², sin fibra.

Partida	**LOSA MACIZA WALKER f'c: 210 Kg/cm2 SIN FIBRA**					
Rendimiento	**25 m3/DIA**	EQ.	**25.0000**	Costo unitario directo por : m3	**292.63**	
Descripción Recurso		**Unidad**	**Cuadrilla**	**Cantidad**	**Precio S/.**	**Parcial S/.**
Mano de Obra						
CAPATAZ		hh	0.2000	0.0640	24.12	1.54
OPERARIO		hh	2.0000	0.6400	20.10	12.86
OFICIAL		hh	2.0000	0.6400	16.50	10.56
PEON		hh	12.0000	3.8400	14.83	56.95
OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO		hh	2.0000	0.6400	20.96	13.41
						95.33
Materiales						
PIEDRA CHANCADA DE 3/4"		m3		0.3709	45.00	16.69
ARENA GRUESA		m3		0.2784	27.53	7.66
CEMENTO YURA PORTLAND IP (42.5KG)		bls		8.6381	18.22	157.39
AGUA		m3		0.2174	5.68	1.23
GASOLINA 90 OCTANOS		gal		0.1200	9.82	1.18
						184.16
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		0.0300	95.33	2.86
MEZCLADORA 11 P3		hm	1.0000	0.3200	26.60	8.51
VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.35"		hm	1.0000	0.3200	5.55	1.78
						13.15

Fuente: Elaboración propia.

TABLA 7.20 A.P.U. Losa maciza Walker f'c=210 kgf/cm², con fibra de Polipropileno.

Partida	**LOSA MACIZA WALKER f'c: 210 Kg/cm2 CON FIBRA SINTÉTICA**					
Rendimiento	**25 m3/DIA**	EQ.	**25.0000**	Costo unitario directo por : m3	**311.92**	
Descripción Recurso		**Unidad**	**Cuadrilla**	**Cantidad**	**Precio S/.**	**Parcial S/.**
Mano de Obra						
CAPATAZ		hh	0.2000	0.0640	24.12	1.54

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

OPERARIO	hh	2.0000	0.6400	20.10	12.86
OFICIAL	hh	2.0000	0.6400	16.50	10.56
PEON	hh	12.0000	3.8400	14.83	56.95
OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	2.0000	0.6400	20.96	13.41
					95.33
Materiales					
PIEDRA CHANCADA DE 3/4"	m3		0.3709	45.00	16.69
ARENA GRUESA	m3		0.2784	27.53	7.66
CEMENTO YURA PORTLAND IP (42.5KG)	bls		8.6381	18.22	157.39
CHEMA FIBRA ULTRAFINA (300.0GR)	bls		0.9104	21.19	19.29
AGUA	m3		0.2174	5.68	1.23
GASOLINA 90 OCTANOS	gal		0.1200	9.82	1.18
					203.45
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		0.0300	95.33	2.86
MEZCLADORA 11 P3	hm	1.0000	0.3200	26.60	8.51
VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.35"	hm	1.0000	0.3200	5.55	1.78
					13.15

Fuente: Elaboración propia.

TABLA 7.21 A.P.U. Losa maciza Walker f'c=210 kgf/cm², con fibra de Maguey L=5.5cm - 0.10% Vol.

Partida	**LOSA MACIZA WALKER f´c: 210 Kg/cm2 C/FIBRA MAGUEY L=5.5 cm 0.10% Vol.**				
Rendimiento	**24 m3/DIA** EQ. **24.0000**	Costo unitario directo por : m3		**330.87**	
Descripción Recurso	**Unidad**	**Cuadrilla**	**Cantidad**	**Precio S/.**	**Parcial S/.**
Mano de Obra					
CAPATAZ	hh	0.2000	0.0640	24.12	1.54
OPERARIO	hh	2.0000	0.6400	20.10	12.86
OFICIAL	hh	2.0000	0.6400	16.50	10.56
PEON	hh	12.0000	3.8400	14.83	56.95
OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	2.0000	0.6400	20.96	13.41
					95.33
Materiales					
PIEDRA CHANCADA DE 3/4"	m3		0.3703	45.00	16.66
ARENA GRUESA	m3		0.2784	27.53	7.66
CEMENTO YURA PORTLAND IP (42.5KG)	BOL		8.6381	18.22	157.39
FIBRA NATURAL	kg		0.8013	47.22	37.83
AGUA	m3		0.2174	5.68	1.23
GASOLINA 90 OCTANOS	gal		0.1200	9.82	1.18
					221.96
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		0.0300	95.33	2.86
MEZCLADORA 11 P3	hm	1.0000	0.3333	26.60	8.87
VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.35"	hm	1.0000	0.3333	5.55	1.85
					13.58

Fuente: Elaboración propia.

TABLA 7.22 A.P.U. Losa maciza Walker f'c=210 kgf/cm², con fibra de Maguey L=5.5cm - 0.50% Vol.

Partida	**LOSA MACIZA WALKER f´c: 210 Kg/cm2 C/FIBRA MAGUEY L=5.5 cm 0.50% Vol.**				
Rendimiento	**22 m3/DIA** EQ. **22.0000**	Costo unitario directo por : m3		**496.45**	
Descripción Recurso	**Unidad**	**Cuadrilla**	**Cantidad**	**Precio S/.**	**Parcial S/.**
Mano de Obra					
CAPATAZ	hh	0.2000	0.0727	24.12	1.75
OPERARIO	hh	2.0000	0.7273	20.10	14.62

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

OFICIAL	hh	2.0000	0.7273	16.50	12.00
PEON	hh	12.0000	4.3636	14.83	64.71
OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	2.0000	0.7273	20.96	15.24
					108.33
Materiales					
PIEDRA CHANCADA DE 3/4"	m3		0.3677	45.00	16.55
ARENA GRUESA	m3		0.2784	27.53	7.66
CEMENTO YURA PORTLAND IP (42.5KG)	BOL		8.6381	18.22	157.39
FIBRA NATURAL	kg		4.0064	47.22	189.17
AGUA	m3		0.2174	5.68	1.23
GASOLINA 90 OCTANOS	gal		0.1200	9.82	1.18
					373.18
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		0.0300	108.33	3.25
MEZCLADORA 11 P3	hm	1.0000	0.3636	26.60	9.67
VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.35"	hm	1.0000	0.3636	5.55	2.02
					14.94

Fuente: Elaboración propia.

TABLA 7.23 A.P.U. Losa maciza Walker f'c=210 kgf/cm², con fibra de Maguey L=5.5cm - 1.00% Vol.

Partida	**LOSA MACIZA WALKER f´c: 210 Kg/cm2 C/FIBRA MAGUEY L=5.5 cm 1.00% Vol.**				
Rendimiento	**18 m3/DIA** EQ. **18.0000**	Costo unitario directo por : m3		**709.40**	
Descripción Recurso	**Unidad**	**Cuadrilla**	**Cantidad**	**Precio S/.**	**Parcial S/.**
Mano de Obra					
CAPATAZ	hh	0.2000	0.0889	24.12	2.14
OPERARIO	hh	2.0000	0.8889	20.10	17.87
OFICIAL	hh	2.0000	0.8889	16.50	14.67
PEON	hh	12.0000	5.3333	14.83	79.09
OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	2.0000	0.8889	17.17	15.26
					129.03
Materiales					
PIEDRA CHANCADA DE 3/4"	m3		0.3644	45.00	16.40
ARENA GRUESA	m3		0.2784	27.53	7.66
CEMENTO YURA PORTLAND IP (42.5KG)	BOL		8.6381	18.22	157.39
FIBRA NATURAL	kg		8.0127	47.22	378.34
AGUA	m3		0.2173	5.68	1.23
GASOLINA 90 OCTANOS	gal		0.1200	9.82	1.18
					562.21
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		0.0300	129.03	3.87
MEZCLADORA 11 P3	hm	1.0000	0.4444	26.60	11.82
VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.35"	hm	1.0000	0.4444	5.55	2.47
					18.16

Fuente: Elaboración propia.

TABLA 7.24 A.P.U. Losa maciza Walker f'c=210 kgf/cm², con fibra de Maguey L=10.0 cm - 0.10% Vol.

Partida	**LOSA MACIZA WALKER f´c: 210 Kg/cm2 C/FIBRA MAGUEY L=10.0 cm 0.10% Vol.**				
Rendimiento	**23.5 m3/DIA** EQ. **23.5000**	Costo unitario directo por : m3		**335.18**	
Descripción Recurso	**Unidad**	**Cuadrilla**	**Cantidad**	**Precio S/.**	**Parcial S/.**
Mano de Obra					
CAPATAZ	hh	0.2000	0.0681	24.12	1.64
OPERARIO	hh	2.0000	0.6809	20.10	13.69
OFICIAL	hh	2.0000	0.6809	16.50	11.23
PEON	hh	12.0000	4.0851	14.83	60.58
OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	2.0000	0.6809	20.96	14.27

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

					101.41
Materiales					
PIEDRA CHANCADA DE 3/4"	m3		0.3703	45.00	16.66
ARENA GRUESA	m3		0.2784	27.53	7.66
CEMENTO YURA PORTLAND IP (42.5KG)	BOL		8.6381	18.22	157.39
FIBRA NATURAL	kg		0.8013	44.49	35.65
AGUA	m3		0.2174	5.68	1.23
GASOLINA 90 OCTANOS	gal		0.1200	9.82	1.18
					219.78
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		0.0300	101.41	3.04
MEZCLADORA 11 P3	hm	1.0000	0.3404	26.60	9.06
VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.35"	hm	1.0000	0.3404	5.55	1.89
					13.99

Fuente: Elaboración propia.

TABLA 7.25 A.P.U. Losa maciza Walker f'c=210 kgf/cm², con fibra de Maguey L=10.0 cm - 0.50% Vol.

Partida	**LOSA MACIZA WALKER f´c: 210 Kg/cm2 C/FIBRA MAGUEY L=10.0 cm 0.50% Vol.**				
Rendimiento	**21 m3/DIA**	EQ. **21.0000**	Costo unitario directo por : m3		**491.39**
Descripción Recurso	**Unidad**	**Cuadrilla**	**Cantidad**	**Precio S/.**	**Parcial S/.**
Mano de Obra					
CAPATAZ	hh	0.2000	0.0762	24.12	1.84
OPERARIO	hh	2.0000	0.7619	20.10	15.31
OFICIAL	hh	2.0000	0.7619	16.50	12.57
PEON	hh	12.0000	4.5714	14.83	67.79
OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	2.0000	0.7619	20.96	15.97
					113.49
Materiales					
PIEDRA CHANCADA DE 3/4"	m3		0.3677	45.00	16.55
ARENA GRUESA	m3		0.2784	27.53	7.66
CEMENTO YURA PORTLAND IP (42.5KG)	BOL		8.6381	18.22	157.39
FIBRA NATURAL	kg		4.0064	44.49	178.24
AGUA	m3		0.2174	5.68	1.23
GASOLINA 90 OCTANOS	gal		0.1200	9.82	1.18
					362.25
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		0.0300	113.49	3.40
MEZCLADORA 11 P3	hm	1.0000	0.3810	26.60	10.13
VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.35"	hm	1.0000	0.3810	5.55	2.11
					15.65

Fuente: Elaboración propia.

TABLA 7.26 A.P.U. Losa maciza Walker f'c=210 kgf/cm², con fibra de Maguey L=10.0 cm - 1.00% Vol.

Partida	**LOSA MACIZA WALKER f´c: 210 Kg/cm2 C/FIBRA MAGUEY L=10.0 cm 1.00% Vol.**				
Rendimiento	**16 m3/DIA**	EQ. **16.0000**	Costo unitario directo por : m3		**709.84**
Descripción Recurso	**Unidad**	**Cuadrilla**	**Cantidad**	**Precio S/.**	**Parcial S/.**
Mano de Obra					
CAPATAZ	hh	0.2000	0.1000	24.12	2.41
OPERARIO	hh	2.0000	1.0000	20.10	20.10
OFICIAL	hh	2.0000	1.0000	16.50	16.50
PEON	hh	12.0000	6.0000	14.83	88.98
OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	2.0000	1.0000	20.96	20.96
					148.95
Materiales					
PIEDRA CHANCADA DE 3/4"	m3		0.3644	45.00	16.40

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

ARENA GRUESA	m3		0.2784	27.53	7.66
CEMENTO YURA PORTLAND IP (42.5KG)	BOL		8.6381	18.22	157.39
FIBRA NATURAL	kg		8.0127	44.49	356.47
AGUA	m3		0.2173	5.68	1.23
GASOLINA 90 OCTANOS	gal		0.1200	9.82	1.18
					540.34
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		0.0300	148.95	4.47
MEZCLADORA 11 P3	hm	1.0000	0.5000	26.60	13.30
VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.35"	hm	1.0000	0.5000	5.55	2.78
					20.54

Fuente: Elaboración propia.

TABLA 7.27 A.P.U. Losa maciza Walker f'c=210 kgf/cm², con fibra de Maguey L=5.5cm con plastificante - 0.10% Vol.

Partida	**LOSA MACIZA WALKER f´c: 210 Kg/cm2 C/FIBRA MAGUEY L=5.5 cm + plastificante 0.10% Vol.**				
Rendimiento	**25 m3/DIA** EQ. **25.0000**	Costo unitario directo por : m3		**333.73**	
Descripción Recurso	**Unidad**	**Cuadrilla**	**Cantidad**	**Precio S/.**	**Parcial S/.**
Mano de Obra					
CAPATAZ	hh	0.2000	0.0640	24.12	1.54
OPERARIO	hh	2.0000	0.6400	20.10	12.86
OFICIAL	hh	2.0000	0.6400	16.50	10.56
PEON	hh	12.0000	3.8400	14.83	56.95
OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	2.0000	0.6400	20.96	13.41
					95.33
Materiales					
PIEDRA CHANCADA DE 3/4"	m3		0.3703	45.00	16.66
ARENA GRUESA	m3		0.2784	27.53	7.66
CEMENTO YURA PORTLAND IP (42.5KG)	BOL		8.6381	18.22	157.39
FIBRA NATURAL	kg		0.8013	47.22	37.83
CHEMA PLAST (5.0GLN)	gln		0.1141	28.81	3.29
AGUA	m3		0.2174	5.68	1.23
GASOLINA 90 OCTANOS	gal		0.1200	9.82	1.18
					225.25
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		0.0300	95.33	2.86
MEZCLADORA 11 P3	hm	1.0000	0.3200	26.60	8.51
VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.35"	hm	1.0000	0.3200	5.55	1.78
					13.15

Fuente: Elaboración propia.

TABLA 7.28 A.P.U. Losa maciza Walker f'c=210 kgf/cm², con fibra de Maguey L=5.5cm con plastificante - 0.50% Vol.

Partida	**LOSA MACIZA WALKER f´c: 210 Kg/cm2 C/FIBRA MAGUEY L=5.5 cm + plastificante 0.50% Vol.**				
Rendimiento	**23.5 m3/DIA** EQ. **23.5000**	Costo unitario directo por : m3		**491.87**	
Descripción Recurso	**Unidad**	**Cuadrilla**	**Cantidad**	**Precio S/.**	**Parcial S/.**
Mano de Obra					
CAPATAZ	hh	0.2000	0.0681	24.12	1.64
OPERARIO	hh	2.0000	0.6809	20.10	13.69
OFICIAL	hh	2.0000	0.6809	16.50	11.23
PEON	hh	12.0000	4.0851	14.83	60.58
OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	2.0000	0.6809	20.96	14.27
					101.41
Materiales					
PIEDRA CHANCADA DE 3/4"	m3		0.3677	45.00	16.55
ARENA GRUESA	m3		0.2784	27.53	7.66
CEMENTO YURA PORTLAND IP (42.5KG)	BOL		8.6381	18.22	157.39

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

FIBRA NATURAL	kg		4.0064	47.22	189.17
CHEMA PLAST (5.0GLN)	gln		0.1141	28.81	3.29
AGUA	m3		0.2174	5.68	1.23
GASOLINA 90 OCTANOS	gal		0.1200	9.82	1.18
					376.47
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		0.0300	101.41	3.04
MEZCLADORA 11 P3	hm	1.0000	0.3404	26.60	9.06
VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.35"	hm	1.0000	0.3404	5.55	1.89
					13.99

Fuente: Elaboración propia.

TABLA 7.29 A.P.U. Losa maciza Walker f'c=210 kgf/cm², con fibra de Maguey L=5.5cm con plastificante - 1.00% Vol.

Partida	**LOSA MACIZA WALKER f'c: 210 Kg/cm2 C/FIBRA MAGUEY L=5.5 cm + plastificante 1.00% Vol.**				
Rendimiento	**20 m3/DIA** EQ. **20.0000**	Costo unitario directo por : m3		**701.09**	
Descripción Recurso	**Unidad**	**Cuadrilla**	**Cantidad**	**Precio S/.**	**Parcial S/.**
Mano de Obra					
CAPATAZ	hh	0.2000	0.0800	24.12	1.93
OPERARIO	hh	2.0000	0.8000	20.10	16.08
OFICIAL	hh	2.0000	0.8000	16.50	13.20
PEON	hh	12.0000	4.8000	14.83	71.18
OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	2.0000	0.8000	20.96	16.77
					119.16
Materiales					
PIEDRA CHANCADA DE 3/4"	m3		0.3644	45.00	16.40
ARENA GRUESA	m3		0.2784	27.53	7.66
CEMENTO YURA PORTLAND IP (42.5KG)	BOL		8.6381	18.22	157.39
FIBRA NATURAL	kg		8.0127	47.22	378.34
CHEMA PLAST (5.0GLN)	gln		0.1141	28.81	3.29
AGUA	m3		0.2173	5.68	1.23
GASOLINA 90 OCTANOS	gal		0.1200	9.82	1.18
					565.50
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		0.0300	119.16	3.57
MEZCLADORA 11 P3	hm	1.0000	0.4000	26.60	10.64
VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.35"	hm	1.0000	0.4000	5.55	2.22
					16.43

Fuente: Elaboración propia.

TABLA 7.30 A.P.U. Losa maciza Walker f'c=210 kgf/cm², con fibra de Caña de Azúcar N°4 - 0.10% Vol.

Partida	**LOSA MACIZA WALKER f'c: 210 Kg/cm2 C/FIBRA CAÑA DE AZUCAR TAMIZ N° 4 0.10% Vol.**				
Rendimiento	**25 m3/DIA** EQ. **25.0000**	Costo unitario directo por : m3		**310.75**	
Descripción Recurso	**Unidad**	**Cuadrilla**	**Cantidad**	**Precio S/.**	**Parcial S/.**
Mano de Obra					
CAPATAZ	hh	0.2000	0.0640	24.12	1.54
OPERARIO	hh	2.0000	0.6400	20.10	12.86
OFICIAL	hh	2.0000	0.6400	16.50	10.56
PEON	hh	12.0000	3.8400	14.83	56.95
OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	2.0000	0.6400	20.96	13.41
					95.33
Materiales					
PIEDRA CHANCADA DE 3/4"	m3		0.3703	45.00	16.66
ARENA GRUESA	m3		0.2784	27.53	7.66
CEMENTO YURA PORTLAND IP (42.5KG)	BOL		8.6381	18.22	157.39
FIBRA NATURAL	kg		0.8077	22.47	18.15

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

AGUA	m3		0.2174	5.68	1.23
GASOLINA 90 OCTANOS	gal		0.1200	9.82	1.18
					202.28
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		0.0300	95.33	2.86
MEZCLADORA 11 P3	hm	1.0000	0.3200	26.60	8.51
VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.35"	hm	1.0000	0.3200	5.55	1.78
					13.15

Fuente: Elaboración propia.

TABLA 7.31 A.P.U. Losa maciza Walker f'c=210 kgf/cm², con fibra de Caña de Azúcar N°4 - 0.50% Vol.

Partida	**LOSA MACIZA WALKER f´c: 210 Kg/cm2 C/FIBRA CAÑA DE AZUCAR TAMIZ N° 4 0.50% Vol.**				
Rendimiento	**25 m3/DIA** EQ. **25.0000**	Costo unitario directo por : m3		**383.23**	
Descripción Recurso	**Unidad**	**Cuadrilla**	**Cantidad**	**Precio S/.**	**Parcial S/.**
Mano de Obra					
CAPATAZ	hh	0.2000	0.0640	24.12	1.54
OPERARIO	hh	2.0000	0.6400	20.10	12.86
OFICIAL	hh	2.0000	0.6400	16.50	10.56
PEON	hh	12.0000	3.8400	14.83	56.95
OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	2.0000	0.6400	20.96	13.41
					95.33
Materiales					
PIEDRA CHANCADA DE 3/4"	m3		0.3677	45.00	16.55
ARENA GRUESA	m3		0.2784	27.53	7.66
CEMENTO YURA PORTLAND IP (42.5KG)	BOL		8.6381	18.22	157.39
FIBRA NATURAL	kg		4.0387	22.47	90.74
AGUA	m3		0.2174	5.68	1.23
GASOLINA 90 OCTANOS	gal		0.1200	9.82	1.18
					274.75
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		0.0300	95.33	2.86
MEZCLADORA 11 P3	hm	1.0000	0.3200	26.60	8.51
VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.35"	hm	1.0000	0.3200	5.55	1.78
					13.15

Fuente: Elaboración propia.

TABLA 7.32 A.P.U. Losa maciza Walker f'c=210 kgf/cm², con fibra de Caña de Azúcar N°4 - 1.00% Vol.

Partida	**LOSA MACIZA WALKER f´c: 210 Kg/cm2 C/FIBRA CAÑA DE AZUCAR TAMIZ N° 4 1.00% Vol.**				
Rendimiento	**25 m3/DIA** EQ. **25.0000**	Costo unitario directo por : m3		**473.83**	
Descripción Recurso	**Unidad**	**Cuadrilla**	**Cantidad**	**Precio S/.**	**Parcial S/.**
Mano de Obra					
CAPATAZ	hh	0.2000	0.0640	24.12	1.54
OPERARIO	hh	2.0000	0.6400	20.10	12.86
OFICIAL	hh	2.0000	0.6400	16.50	10.56
PEON	hh	12.0000	3.8400	14.83	56.95
OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	2.0000	0.6400	20.96	13.41
					95.33
Materiales					
PIEDRA CHANCADA DE 3/4"	m3		0.3644	45.00	16.40
ARENA GRUESA	m3		0.2784	27.53	7.66
CEMENTO YURA PORTLAND IP (42.5KG)	BOL		8.6381	18.22	157.39
FIBRA NATURAL	kg		8.0773	22.47	181.48
AGUA	m3		0.2173	5.68	1.23
GASOLINA 90 OCTANOS	gal		0.1200	9.82	1.18
					365.35

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		0.0300	95.33	2.86
MEZCLADORA 11 P3	hm	1.0000	0.3200	26.60	8.51
VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.35"	hm	1.0000	0.3200	5.55	1.78
					13.15

Fuente: Elaboración propia.

TABLA 7.33 A.P.U. Losa maciza Walker f'c=210 kgf/cm², con fibra de Caña de Azúcar N°8 - 0.10% Vol.

Partida	**LOSA MACIZA WALKER f´c: 210 Kg/cm2 C/FIBRA CAÑA DE AZUCAR TAMIZ N° 8 0.10% Vol.**				
Rendimiento	**25 m3/DIA** EQ. **25.0000**	Costo unitario directo por : m3		**312.96**	
Descripción Recurso	**Unidad**	**Cuadrilla**	**Cantidad**	**Precio S/.**	**Parcial S/.**
Mano de Obra					
CAPATAZ	hh	0.2000	0.0640	24.12	1.54
OPERARIO	hh	2.0000	0.6400	20.10	12.86
OFICIAL	hh	2.0000	0.6400	16.50	10.56
PEON	hh	12.0000	3.8400	14.83	56.95
OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	2.0000	0.6400	20.96	13.41
					95.33
Materiales					
PIEDRA CHANCADA DE 3/4"	m3		0.3703	45.00	16.66
ARENA GRUESA	m3		0.2784	27.53	7.66
CEMENTO YURA PORTLAND IP (42.5KG)	BOL		8.6381	18.22	157.39
FIBRA NATURAL	kg		0.8077	25.20	20.35
AGUA	m3		0.2174	5.68	1.23
GASOLINA 90 OCTANOS	gal		0.1200	9.82	1.18
					204.48
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		0.0300	95.33	2.86
MEZCLADORA 11 P3	hm	1.0000	0.3200	26.60	8.51
VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.35"	hm	1.0000	0.3200	5.55	1.78
					13.15

Fuente: Elaboración propia.

TABLA 7.34 A.P.U. Losa maciza Walker f'c=210 kgf/cm², con fibra de Caña de Azúcar N°8 - 0.50% Vol.

Partida	**LOSA MACIZA WALKER f´c: 210 Kg/cm2 C/FIBRA CAÑA DE AZUCAR TAMIZ N° 8 0.50% Vol.**				
Rendimiento	**25 m3/DIA** EQ. **25.0000**	Costo unitario directo por : m3		**394.25**	
Descripción Recurso	**Unidad**	**Cuadrilla**	**Cantidad**	**Precio S/.**	**Parcial S/.**
Mano de Obra					
CAPATAZ	hh	0.2000	0.0640	24.12	1.54
OPERARIO	hh	2.0000	0.6400	20.10	12.86
OFICIAL	hh	2.0000	0.6400	16.50	10.56
PEON	hh	12.0000	3.8400	14.83	56.95
OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	2.0000	0.6400	20.96	13.41
					95.33
Materiales					
PIEDRA CHANCADA DE 3/4"	m3		0.3677	45.00	16.55
ARENA GRUESA	m3		0.2784	27.53	7.66
CEMENTO YURA PORTLAND IP (42.5KG)	BOL		8.6381	18.22	157.39
FIBRA NATURAL	kg		4.0387	25.20	101.76
AGUA	m3		0.2174	5.68	1.23
GASOLINA 90 OCTANOS	gal		0.1200	9.82	1.18
					285.78
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		0.0300	95.33	2.86
MEZCLADORA 11 P3	hm	1.0000	0.3200	26.60	8.51

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.35"	hm	1.0000	0.3200	5.55	1.78
					13.15

Fuente: Elaboración propia.

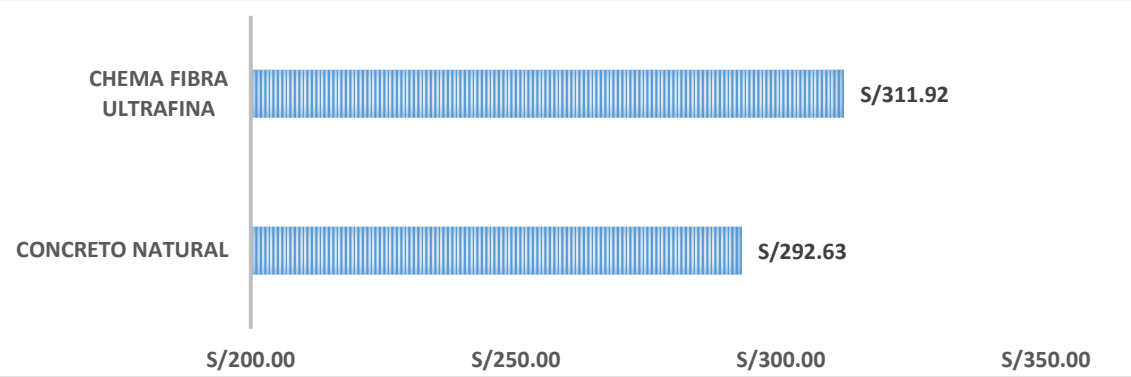
TABLA 7.35 A.P.U. Losa maciza Walker f'c=210 kgf/cm², con fibra de Caña de Azúcar N°8 - 1.00% Vol.

Partida	**LOSA MACIZA WALKER f´c: 210 Kg/cm2 C/FIBRA CAÑA DE AZUCAR TAMIZ N° 8 1.00% Vol.**				
Rendimiento	**25 m3/DIA** EQ. **25.0000**	Costo unitario directo por : m3		**495.87**	
Descripción Recurso	**Unidad**	**Cuadrilla**	**Cantidad**	**Precio S/.**	**Parcial S/.**
Mano de Obra					
CAPATAZ	hh	0.2000	0.0640	24.12	1.54
OPERARIO	hh	2.0000	0.6400	20.10	12.86
OFICIAL	hh	2.0000	0.6400	16.50	10.56
PEON	hh	12.0000	3.8400	14.83	56.95
OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	2.0000	0.6400	20.96	13.41
					95.33
Materiales					
PIEDRA CHANCADA DE 3/4"	m3		0.3644	45.00	16.40
ARENA GRUESA	m3		0.2784	27.53	7.66
CEMENTO YURA PORTLAND IP (42.5KG)	BOL		8.6381	18.22	157.39
FIBRA NATURAL	kg		8.0773	25.20	203.53
AGUA	m3		0.2173	5.68	1.23
GASOLINA 90 OCTANOS	gal		0.1200	9.82	1.18
					387.40
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		0.0300	95.33	2.86
MEZCLADORA 11 P3	hm	1.0000	0.3200	26.60	8.51
VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.35"	hm	1.0000	0.3200	5.55	1.78
					13.15

Fuente: Elaboración propia.

7.5. EVALUACIÓN DEL COSTO UNITARIO POR M³ DE CONCRETO:

GRÁFICO 7.1 Variación del costo unitario del concreto con fibra de Polipropileno.



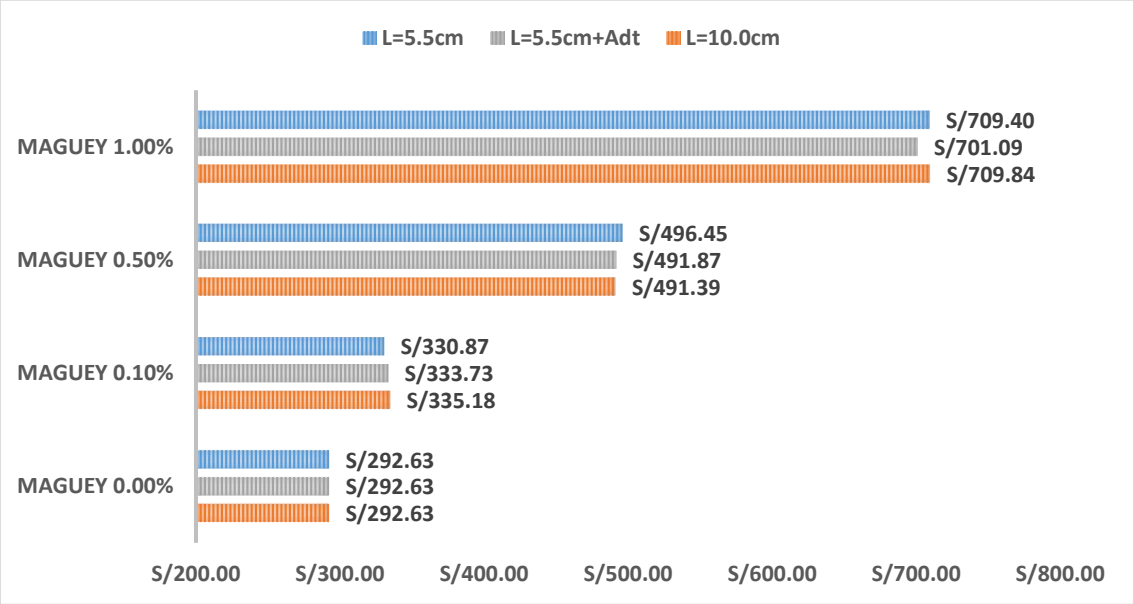
Fuente: Elaboración propia.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

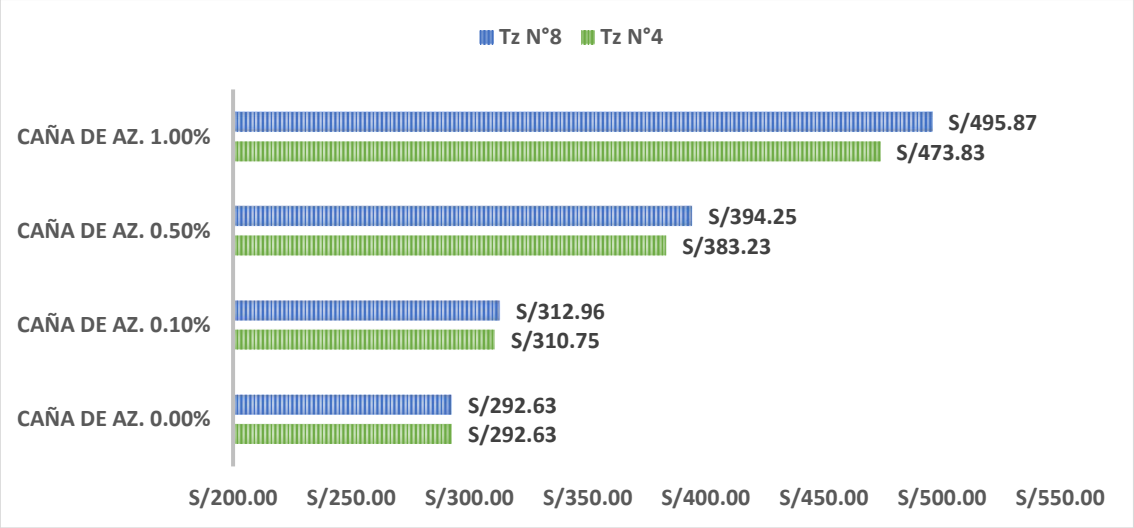
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

GRÁFICO 7.2 Variación del costo unitario del concreto con fibra natural de Maguey.



Fuente: Elaboración propia.

GRÁFICO 7.3 Variación del costo unitario del concreto con fibra natural de Caña de Azúcar.



Fuente: Elaboración propia.

TABLA 7.36 Variación del costo unitario por M³ de concreto fibroreforzado, Walker f'c=210 kgf/cm².

TIPO	P.U.	Δ (%)
CONCRETO PATRÓN	S/. 292.63	0.0
CHEMA FIBRA ULTRAFINA	S/. 311.92	6.6
MAGUEY L=5.5cm 0.10% Vol	S/. 330.87	13.1
MAGUEY L=5.5cm 0.50% Vol	S/. 496.45	69.6
MAGUEY L=5.5cm 1.00% Vol	S/. 709.40	142.4

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

MAGUEY L=10.0cm 0.10% Vol	S/.	335.18	14.5
MAGUEY L=10.0cm 0.50% Vol	S/.	491.39	67.9
MAGUEY L=10.0cm 1.00% Vol	S/.	709.84	142.6
MAGUEY L=5.5cm + Adt 0.10% Vol	S/.	333.73	14.0
MAGUEY L=5.5cm + Adt 0.50% Vol	S/.	491.87	68.1
MAGUEY L=5.5cm + Adt 1.00% Vol	S/.	701.09	139.6
CAÑA DE AZUCAR N°4 0.10% Vol	S/.	310.75	6.2
CAÑA DE AZUCAR N°4 0.50% Vol	S/.	383.23	31.0
CAÑA DE AZUCAR N°4 1.00% Vol	S/.	473.83	61.9
CAÑA DE AZUCAR N°8 0.10% Vol	S/.	312.96	6.9
CAÑA DE AZUCAR N°8 0.50% Vol	S/.	394.25	34.7
CAÑA DE AZUCAR N°8 1.00% Vol	S/.	495.87	69.5

Fuente: Elaboración propia.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

CONCLUSIONES

1. De los resultados obtenidos en el concreto fresco se puede concluir que a medida que se incrementa el valor porcentual de contenido de fibra en la mezcla, menor será la trabajabilidad. De igual forma, el volumen y velocidad de exudación será inversamente proporcional al incremento de contenido de fibra en la mezcla; y con ello, la posibilidad de reducir considerablemente la aparición de fisuras en la superficie debido a la retracción plástica.

2. El concreto reforzado adecuadamente con fibra mantiene fuertemente unido la matriz hasta mayores niveles de carga, esto es mayor resistencia a la fractura, comparado con un concreto convencional el cual se fractura y falla con la aparición de la primera fisura.

3. Del diseño de mezclas f'c = 210 kgf/cm^2 por el método de Walker, notamos que el rendimiento de la fibra de polipropileno es de 0.3 kg/m^3 y el rendimiento de la fibras naturales evaluadas es de 0.8 kg/m^3, 4.0 kg/m^3 y 8.0 kg/m^3 para dosificaciones de 0.1%, 0.5% y 1.0% respectivamente.

FIBRA SINTÉTICA DE POLIPROPILENO

4. El concreto reforzado con fibra de Polipropileno tuvo un peso unitario promedio de 2367 kg/m^3, el cual se encuentra dentro de los valores generales para un concreto convencional de entre 2240 kg/m^3 a 2460 kg/m^3.

5. El control de fisuración por retracción plástica se midió simulando 3 condiciones ambientales en laboratorio, este es un ensayo cualitativo sobre los resultados observables por la adición de fibra de polipropileno; en todos los casos se obtiene una disminución de fisuras en las losetas de medición.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

6. El aporte de la fibra de polipropileno en el concreto endurecido se refleja en la menor permeabilidad, mayor resistencia a la compresión, tracción indirecta, flexión, y menor desgaste al impacto.

7. De los resultados obtenidos se puede concluir que el rendimiento indicado por el proveedor (0.3 kg/m^3) es favorable, cuando se busca mejorar las propiedades de un concreto convencional, principalmente para disminuir el fisuramiento por retracción plástica y el desgaste al impacto. La incorporación de la fibra de polipropileno Chema Fibra Ultrafina incrementa en un 6.6% el costo unitario por m^3 respecto a un concreto convencional.

FIBRA NATURAL DE MAGUEY

8. Según los ensayos realizados en el centro de producción de bienes y servicios de ensayos de materiales de la EPIMMEM-UCSM se puede concluir que la fuerza máxima aplicada a flexión fue de 3.924 N. y la resistencia a la tracción máxima fue 147.13 MPa.

9. El concreto reforzado con fibra natural de Maguey para contenidos porcentuales de 0.1%, 05.% y 1.0% de fibra, tuvo un peso unitario promedio de 2319 kg/m^3, el cual se encuentra dentro de los valores generales para un concreto convencional de entre 2240 kg/m^3 a 2460 kg/m^3.

10. El control de fisuración por retracción plástica se midió simulando 3 condiciones ambientales en laboratorio, este es un ensayo cualitativo sobre los resultados observables por la adición de fibra natural de maguey; en todos los casos el incremento porcentual de contenido de fibra dismuye el fisuramiento en las losetas de medición, siendo la fibra de longitud igual a 10.0 cm la que tuvo mejor comportamiento; sin embargo, en el 1.0% de contenido de fibra no se podía evidenciar la presencia de fisura alguna, pero el concreto adquiría un acabado nada estético y con muchas fibras expuestas.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

11. El aporte de la fibra natural de maguey en el concreto endurecido se refleja en la menor permeabilidad, mayor resistencia a la compresión, tracción indirecta, flexo-tracción, y menor desgaste al impacto, para longitudes de fibra igual a 5.5 cm y 10.0 cm con dosificaciones de 0.1% de contenido de fibra; sin embargo, dosificaciones de 0.5% y 1.0% de contenido de fibra sólo aportaron mayor resistencia a la tracción indirecta y flexión.

12. Del análisis de precio unitario de la fibra natural de maguey por kilogramo, resulta más económico una longitud igual a 10.0 cm (S/. 44.99) contra una longitud igual a 5.5 cm (S/. 47.22). Esto se debe a que el proceso es manual y el rendimiento para la fibra de longitud de 10.0 cm era mucho más favorable.

13. De los resultados obtenidos se puede concluir que una dosificación de 0.1% de contenido de fibra natural de maguey para una longitud igual 5.5 cm. es óptima, cuando se busca mejor las propiedades del concreto convencional, principalmente para disminuir el fisuramiento por retracción plástica y el desgaste al impacto. En esta dosificación, la incorporación de la fibra de natural de Maguey incrementa en 13.1% el costo unitario por m^3 respecto a un concreto convencional.

14. Con la incorporación de un aditivo plastificante, se concluye que si bien ayuda a mejorar los rendimientos en dosificaciones mayores a 0.1% de contenido de fibra, resulta siendo antieconómico porque para una dosificación de 0.5% y 1.0% de contenido de fibra, el costo unitario por m^3 respecto a un concreto convencional se incrementa en 68.1% y 139.6% respectivamente.

FIBRA NATURAL DE CAÑA DE AZÚCAR

15. Según los ensayos realizados en el centro de producción de bienes y servicios de ensayos de materiales de la EPIMMEM-UCSM se puede concluir que la

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

fuerza máxima aplicada a flexión fue de 5.885 N. y la resistencia a la tracción máxima fue 48.70 MPa.

16. El concreto reforzado con fibra natural de Caña de Azúcar para contenidos porcentuales de 0.1%, 05.% y 1.0% de fibra, tuvo un peso unitario promedio de 2335 kg/m^3, el cual se encuentra dentro de los valores generales para un concreto convencional de entre 2240 kg/m^3 a 2460 kg/m^3.

17. El control de fisuración por retracción plástica se midió simulando 3 condiciones ambientales en laboratorio, este es un ensayo cualitativo sobre los resultados observables por la adición de fibra natural de caña de azúcar; en todos los casos el incremento porcentual de contenido de fibra dismuye el fisuramiento en las losetas de medición, siendo la fibra del Tamiz N°8 la que tuvo mejor comportamiento; el fisuramiento se redujo, pero no se elimina.

18. El aporte de la fibra natural de caña de azúcar en el concreto endurecido se refleja en la mayor resistencia a la compresión, tracción indirecta y menor desgaste al impacto, para la fibra del Tamiz N°8 con dosificacíon de 0.1% de contenido de fibra; sin embargo, dosificaciones de 0.5% y 1.0% de contenido de fibra redujeron la resistencia del concreto endurecido, de igual forma, la fibra del Tamiz N°4 redujo la resistencia del concreto endurecido en todas sus dosificaciones (0.1%, 0.5% y 1.0%).

19. Del análisis de precio unitario de la fibra natural de caña de azúcar por kilogramo, resulta más económico la fibra de Tamiz N°4 (S/. 22.47) contra la fibra de Tamiz N°8 (S/. 25.20). Esto se debe a que el proceso de tamizado fue manual y por ende la producción del tamiz N°4 era mayor a la del tamiz N°8; sin embargo, sólo este último es favorable como refuerzo del concreto.

20. De los resultados obtenidos se puede concluir que una dosificación de 0.1% de contenido de fibra natural de caña de azúcar para fibra del Tamiz N°8 es óptima, cuando se busca mejor las propiedades del concreto convencional,

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

principalmente para disminuir el fisuramiento por retracción plástica. En esta dosificación, la incorporación de la fibra de natural de Caña de Azúcar incrementa en 6.2% el costo unitario por m^3 respecto a un concreto convencional.

21. De los resultados obtenidos del uso de la fibra natural extraída del bagazo de caña de azúcar, se puede concluir que sólo el 26% (Tamiz N°8) de la molienda de este bagazo se puede aprovechar como refuerzo del concreto, el 74% restante puede seguir aprovechándose como combustible para la producción de azúcar refinada ó para la producción de paneles de aglomerados de madera.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda evaluar el costo/beneficio del uso de la fibra sintética y fibra natural como refuerzo del concreto en función de la ubicación de la Obra.
2. El estudio de las propiedades del concreto reforzado con fibra natural de Maguey y Caña de Azúcar, se desarrolló con el agregado grueso y fino de la ciudad de Arequipa con fines de investigación, por lo que, se recomienda realizar estudios posteriores pero con el agregado propio de la zona de extracción de la fibra natural o agregado propio de la obra.
3. Se recomienda investigar la durabilidad del concreto reforzado con fibras naturales cuando son expuestos al ambiente natural de la Obra, en lugares con diversidad de climas, y relacionar sus resultados con los obtenidos en la presente investigación.
4. Se recomienda investigar el uso de fibras naturales como refuerzo para concretos de Alta Resistencia.
5. Se recomienda el uso de las fibras naturales como refuerzo del concreto en veredas, losas macizas y posiblemente en adoquines de concreto.
6. En cuanto al proceso de recolección y obtención de las fibras naturales, se recomienda brindar mayor información acerca del proceso de producción de estas fibras, buscando mecanizar dicho proceso para optimizar recursos, producción y costos.
7. Para las fibras naturales se recomienda evaluar un plan de producción y extracción razonable, teniendo en cuenta que el Perú posee zonas ricas en materia prima de estas fibras, pero al mismo tiempo tiene zonas intangibles; por ello se debe concientizar a la comunidad para generar un desarrollo económico-social y al mismo tiempo sostenible con el medio ambiente.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

BIBLIOGRAFÍA

Abanto Castillo, F. (s.f.). Tecnología del Concreto. Lima: San Marcos.

American Concrete Institute - ACI 318S-11. (2011). Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural. U.S.A.: ACI Committee 544.

American Concrete Institute - ACI 544.1R-96. (2002). State of the Art Report on Fiber Reinforced Concrete. U.S.A.: ACI Committee 544.

American Concrete Institute - ACI 544.2R-89. (1999). Measurement of Properties of Fiber Reinforced Concrete. U.S.A.: ACI Committee 544.

Aragón Matamoros, D., & Navas Carro, A. (2012). Medición de la resistencia a la compresión del concreto mediante cilindros de 100 por 200 mm y de 150 por 300 mm para el control de calidad de obras. San José, Costa Rica.

ASOCRETO. (2010). Tecnología del Concreto - Manejo y Colocación de Obra - Tomo II. Bogotá: Nomos Impresores.

Cedeño Cuellar, J., Cuellar Lozano, P., & Izurieta Carvajal, O. (2009). Fisuras por retracción en el hormigón. Guayaquil, Ecuador.

CEMEX. (03 de Mayo de 2016). www.cemexcolombia.com. Obtenido de www.cemexcolombia.com/SolucionesConstructor/files/fibrasSinteticas.pdf

CHEM MASTERS DEL PERU S.A. (2016). Hoja Técnica Chema Fibra Ultrafina. Hoja Técnica (ADI.2.9.1. RMP-V.0).

CHEM MASTERS DEL PERU S.A. (2016). Hoja Técnica CHEMAPLAST. Hoja Técnica - V.2016.

Cobreros Rodriguez, C. (s.f.). Uso de fibras vegetales procedentes de explotaciones agrícolas en la edificación sostenible. Barcelona, Cataluña, España: Universidad Politécnica de Cataluña.

D. Callister, W. (2007). Introducción a la Ciencia e Ingeniería de los Materiales 2. Barcelona: Reverté S.A.

Díaz Batista, D., Díaz Forcelledo, D., Mazorra Mestre, M., & Valín Rivera, J. (Septiembre de 2015). Comportamiento mecánico de fibras henequén cubano e interfase con polímeros termoplásticos del tipo poliolefina. La Habana, Cuba: Facultad de Ing. Mecánica - Universidad Tecnológica de La Habana José Antonio Echeverría.

Enfedaque Díaz, A. (2008). Resistencia a impacto de morteros de cemento reforzados con fibra de vidrio (GRC). Madrid.

GEHO - CEB. (1996). Durabilidad de Estructuras de Hormigón - Guía de diseño CEB. Madrid: Infoprint.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Gonzales Delgado, P., & Mendoza Rodriguez, I. (2016). Evaluación de las propiedades del concreto fresco y endurecido con el uso de las cenizas volantes como sustitución parcial del cemento en el ciudad de Arequipa. Arequipa.

Hurtado, J. (01 de Julio de 2008). Animalesyplantasdeperu.blogspot.pe. Obtenido de http://animalesyplantasdeperu.blogspot.pe/2008/07/la-cabuya-o-maguey.html

Iglesias Valdivia, F., & Yupanqui Quenta, R. (2016). Utilización de la ceniza de cáscara de arroz del Valle de Majes como adición al cemento para la elaboración de concreto con resistencias 140kg/cm2, 175kg/cm2, 210kg/cm2, 280kg/cm2 y 350kg/cm2 en la ciudad de Arequipa. Arequipa: Repositorio de Tesis - Universidad Católica de Santa María.

Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto A.C. (08-2015). Una aproximación a los concretos reforzados con fibras (Parte II). Construcción y Tecnología en Concreto, 37.

Instituto mexicano del cemento y del concreto, A.C. (08 de febrero de 2008). imcyc.com. Obtenido de www.imcyc.com/ct2008/feb08/materia.htm

Jiménez, O., Cuellar, J., & Escamilla-Martínez, A. (Agosto de 2007). Moldeo rotacional de un polietileno reforzado con fibra de caña. Colombia: Tecnología del Plástico (www.plastico.com).

Juarez Alvarado, C. (2002). Concretos base cemento portland reforzados con fibras naturales (agave lechuguilla), como materiales para construcción en México. Nuevo León: Universidad Autónoma de Nuevo León.

Maccaferri América Latina. (2011). Fibras como elemento estructural para el refuerzo del Hormigón - Manual Técnico. Sao Paulo: Maccaferri do Brasil Ltda.

Ministerio de Agricultura; Dirección General de Competividad Agraria. (01 de Mayo de 2013). Caña de Azucar. Principales aspectos de la cadena Agroproductiva. Lima, Lima, Peru: Dirección de Información agraria.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (05-2016). Manual de Ensayo de Materiales. Lima.

Miravete, A. (2002). Los nuevos materiales en la construcción. España: Reverté S.A.

Neville, A., & Brooks, J. (1998). Tecnología del Concreto. D.F. México: Trillas.

NRMCA. (s.f.). CIP 5 - Agrietamiento por Contracción Plástica. NRMCA.

Ochoa Botero, J. (28 de Mayo de 2014). Concretos reforzados con fibras vegetales, alternativa para construir. (N. Fin/me/AC, Entrevistador)

Osorio Saraz, J., Varón Aristizabal, F., & Herrera Mejía, J. (2007). Comportamiento mecánico del concreto reforzado con fibras de bagazo de caña de azúcar. Medellín.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Quintero García, S. L., & González Salcedo, L. O. (Julio-Diciembre de 2006). Uso de fibra de estopa de coco para mejorar las propiedades mecánicas del concreto. Ingeniería & Desarrollo, ISSN 0122-3461. Colombia: Universidad Nacional de Colombia, Sede Palmira.

Rivva López, E. (2013). Tecnología del Concreto - Diseño de Mezclas. Lima: Williams E.I.R.L.

Romualdi, J., & Mandel, J. (1964). Tensile Strenght of Concrete Affected by Uniformly Distributed and Closely Spaced Short Lengt of Wire Reinforcement. Journal of the Americal Concrete Institute Proceedings Vol. 61 No. 6, 657-671.

Sabanés Hernández , M. (2013). Uso de No Tejidos de fibras vegetales en matrices de Cemento para materiales de Construcción. Barcelona.

Sánchez Potes, A. (1998). Cultivo de fibras. México D.F.: Trillas.

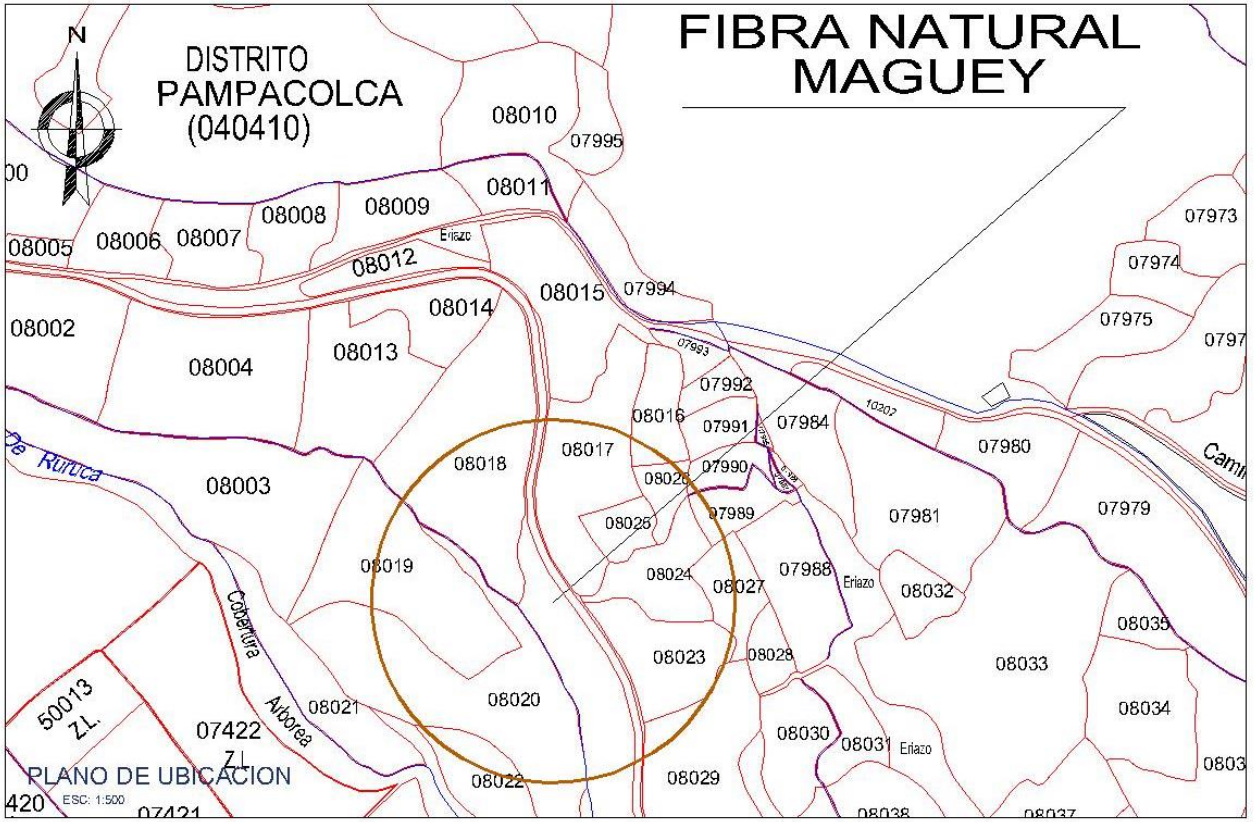
SENCICO. (2014). Manual de preparación, colocación y cuidados del concreto. Lima: Cartolan Editores S.R.L.

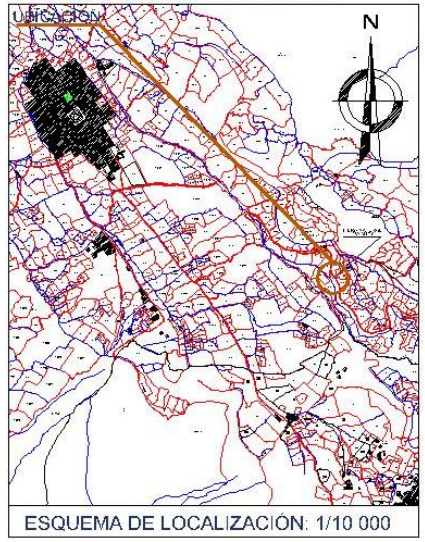
Sierra Beltrán, G. (Mayo de 2015). Gaceta del Instituto de Ingeniería UNAM - ISSN 1870-347X. Nuevas tendencias en Tecnologías del Concreto. México: Navegantes S.A. de C.V.

YURA S.A. (2016). Ficha Técnica: Cemento Portland Puzolánico Yura IP - Alta Durabilidad. Arequipa. Obtenido de yura: www.yura.com.pe

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

ANEXO 01 – PLANO DE UBICACIÓN (ZONA DE EXTRACCIÓN DEL MAGUEY)





ZONIFICACION :

AREA DE ESTRUCTURACION URBANA :

DEPARTAMENTO : AREQUIPA
PROVINCIA : CASTILLA
DISTRITO : PAMPACOLCA

FIBRA NATURAL DE MAGUEY

CUADRO NORMATIVO

PARAMETROS		NORMATIVO	PROYECTO
USOS			
DENSIDAD NETA			
COEFICIENTE DE EDIFICACION			
% AREA LIBRE			
ALTURA MAXIMA			
RETIRO MINIMO	FRONTAL		
	LATERAL		
	POSTERIOR		
ALINEAMIENTO FACHADA			
N° ESTACIONAMIENTO			

CUADRO DE AREAS (m²)

PISOS	AREAS DECLARADAS					
	EXISTENTE	DEMOLICION	NUEVA	AMP. / RDM.	PARCIAL	TOTAL
PRIMER PISO						
SEGUNDO PISO						
AREA TOTAL TECHADA						
AREA LIBRE						
AREA DEL TERRENO						

TESIS :
"ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DE AREQUIPA UTILIZANDO FIBRAS NATURALES Y SINTETICA, APLICADO PARA EL CONTROL DE FISURAS POR RETRACCIÓN PLASTICA"

PRESENTADO POR :
Bach. : HERRERA LAZARTE, SERGIO RENATO.
Bach. : POLO ROCA, MELVIN EUSEBIO.

PLANO : UBICACIÓN

LAMINA : U-1

ESCALA : INDICADA

FECHA : Junio del 2017

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

ANEXO 02 – ENSAYO FLEXIÓN DE FIBRA NATURAL DE MAGUEY

Universidad Católica de Santa María

(51 54) 382038 Fax:(51 54) 251213 ucsm@ucsm.edu.pe http://www.ucsm.edu.pe Apartado: 1350

AREQUIPA - PERÚ

CENTRO DE PRODUCCIÓN DE BIENES Y SERVICIOS DE ENSAYOS DE MATERIALES DE LA EPIMMEM-UCSM

REPORTE DE ANÁLISIS

Código: FP-001 al 003

Fecha de Ejecución de ensayo: 27/12/2016

DATOS DEL CLIENTE

CLIENTE: POLO ROCA, MELVIN EUSEBIO

MATERIAL A ENSAYAR: FIBRA NATURAL DE MAGUEY

RESUMEN DE RESULTADOS

A continuación se detalla los resultados:

Cód. Muest.	Ensayo/Propiedad	Resultado	Observaciones
FP-001	Flexión de fibra natural de magüey	3.924 N	Ensayos realizados a 22°C
FP-002	Flexión de fibra natural de magüey	3.923 N	Ensayos realizados a 22°C
FP-003	Flexión de fibra natural de magüey	3.924 N	Ensayos realizados a 22°C

Preparación de muestra:

Las probetas para cada ensayo fueron las fibras de magüey en forma de hilo.

Arequipa, 30 de diciembre del 2016

BOLETA N°: 019-0007517

Ensayo ejecutado por: Ing. Emilio Chire R.

U.C.S.M.

ING. EMILIO CHIRE RAMIREZ

COORDINADOR DEL LABORATORIO

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos

En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Universidad Católica de Santa María
(51 54) 382038 Fax:(51 54) 251213 ucsm@ucsm.edu.pe http://www.ucsm.edu.pe Apartado: 1350
AREQUIPA - PERÚ

ANEXO N° 2

FIBRA DE MAGUEY				
VARIABLE	**UNIDAD**	**P-1**	**P-2**	**P-3**
Sección Transversal	Diámetro (mm)	0.183	0.161	0.194
	Longitud inicial (mm)	208	209	198
	Área (mm^2)	0.026	0.020	0.040
Fuerza máxima aplicada	N	3.924	3.923	3.924

1. **Probetas durante del ensayo:**





Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

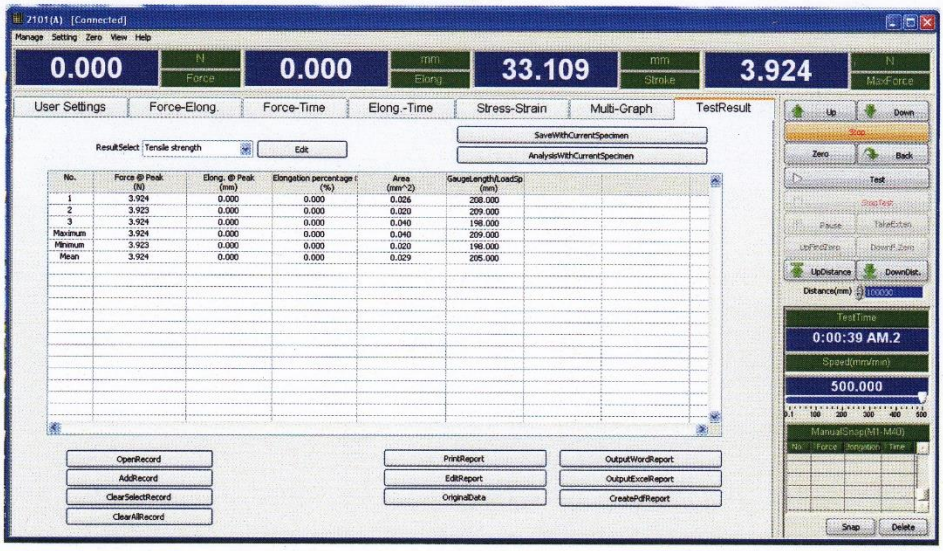
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Universidad Católica de Santa María
(51 54) 382038 Fax:(51 54) 251213 ucsm@ucsm.edu.pe http://www.ucsm.edu.pe Apartado: 1350
AREQUIPA - PERÚ

Gráficas de los ensayos de flexión de la fibra de magüey



Resultados de los ensayos de flexión de la fibra de magüey



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

ANEXO 03 – ENSAYO TRACCIÓN DE FIBRA NATURAL DE MAGUEY

Universidad Católica de Santa María

(51 54) 382038 Fax:(51 54) 251213 ucsm@ucsm.edu.pe http://www.ucsm.edu.pe Apartado: 1350

AREQUIPA - PERÚ

CENTRO DE PRODUCCIÓN DE BIENES Y SERVICIOS DE ENSAYOS DE MATERIALES DE LA EPIMMEM-UCSM

REPORTE DE ANÁLISIS

Código: TP-012 al 014

Fecha de Ejecución de ensayo: 27/12/2016

DATOS DEL CLIENTE

CLIENTE: POLO ROCA. MELVIN EUSEBIO

MATERIAL A ENSAYAR: FIBRA NATURAL DE MAGUEY

RESUMEN DE RESULTADOS

A continuación se detalla los resultados:

Cód. Muest.	Ensayo/Propiedad	Resultado	Observaciones
TP-012	Tracción de fibra natural de magüey	147.13 MPa	Ensayos realizados a 22°C
TP-013	Tracción de fibra natural de magüey	130.79 MPa	Ensayos realizados a 22°C
TP-014	Tracción de fibra natural de magüey	147.13 MPa	Ensayos realizados a 22°C

Preparación de muestra:

Las probetas para el ensayo fueron fibras de magüey en forma de hilos.

Arequipa, 30 de diciembre del 2016

BOLETA N°: 019-0007517

Ensayo ejecutado por: Ing. Emilio Chire R.

U.C.S.M. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - LEM -

COORDINADOR DEL LABORATORIO

ING. EMILIO CHIRE RAMIREZ

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos

En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

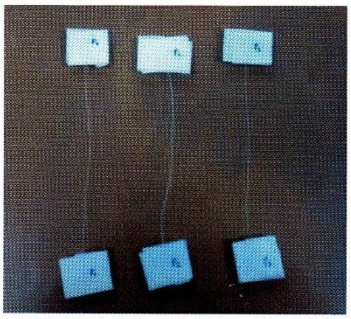
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Universidad Católica de Santa María
(51 54) 382038 Fax:(51 54) 251213 ucsm@ucsm.edu.pe http://www.ucsm.edu.pe Apartado: 1350
AREQUIPA - PERÚ

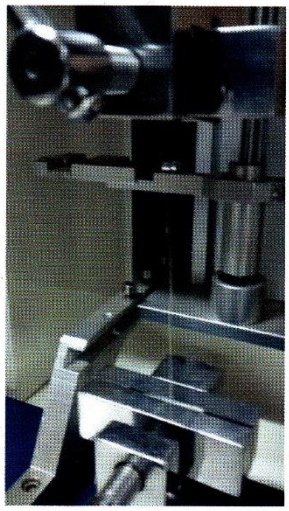
ANEXO N° 1

FIBRA DE MAGUEY				
VARIABLE	**UNIDAD**	**P-1**	**P-2**	**P-3**
Sección Transversal	Diámetro (mm)	0.175	0.173	0.142
	Longitud inicial (mm)	153	154	149
	Longitud final (mm)	155	161	150
	Área (mm^2)	0.024	0.024	0.016
Fuerza máxima aplicada	N	3.531	3.139	2.354
Resistencia a la tracción máx.	**Mpa**	**147.13**	**130.79**	**147.13**
Deformación máxima ε máx.	(%)	1.31	4.55	0.67

1. **Probetas antes del ensayo:**



2. **Probetas durante el ensayo:**



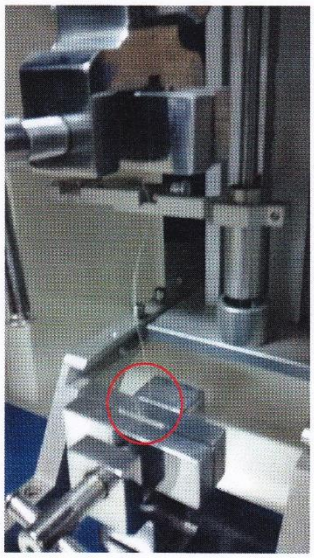
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

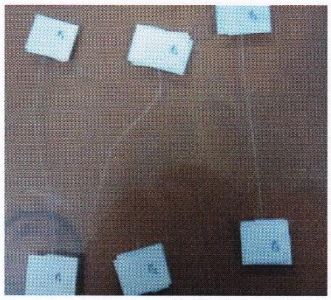
REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

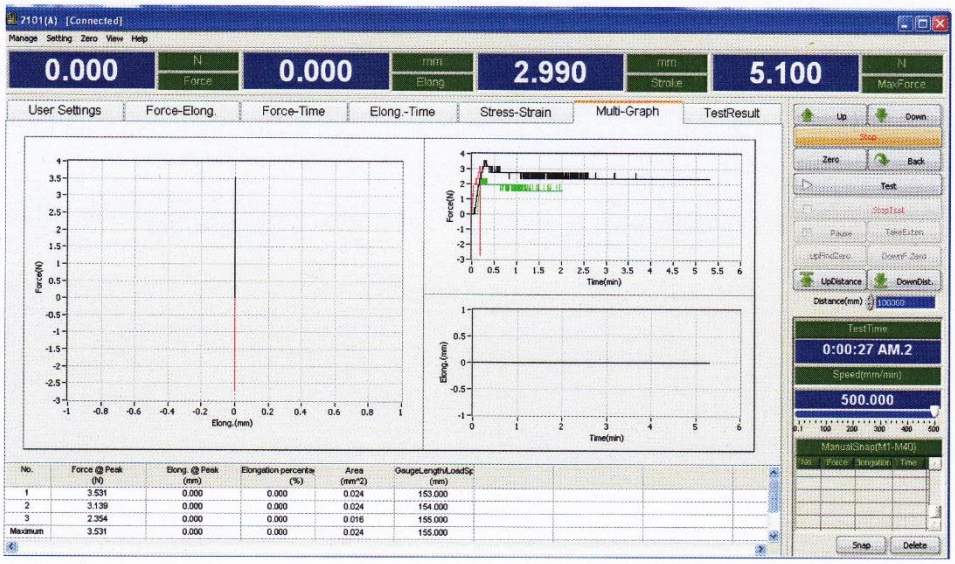
Universidad Católica de Santa María
(51 54) 382038 Fax:(51 54) 251213 ucsm@ucsm.edu.pe http://www.ucsm.edu.pe Apartado: 1350
AREQUIPA - PERÚ

3. Probetas después del ensayo





Cuadro resumen de las gráficas del ensayo de tracción de las fibras de magüey



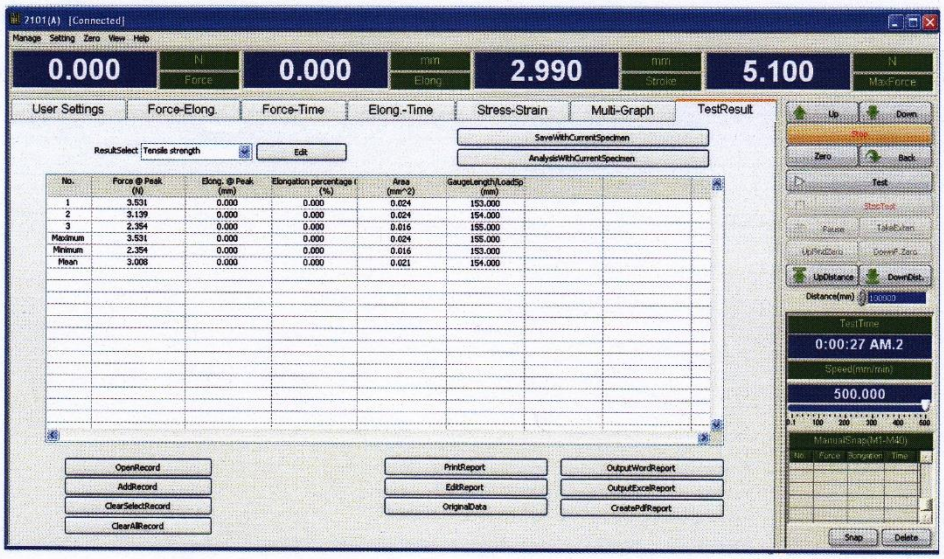
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

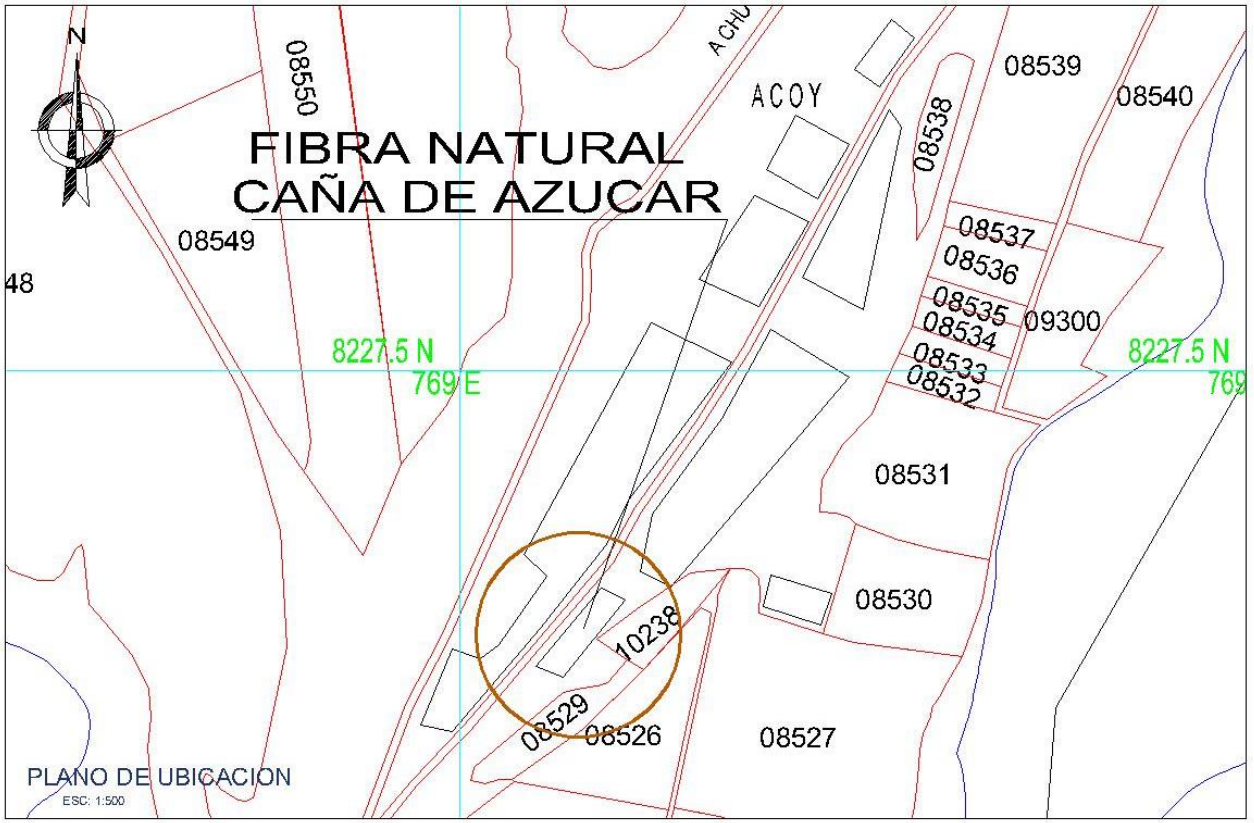
Universidad Católica de Santa María
(51 54) 382038 Fax:(51 54) 251213 ucsm@ucsm.edu.pe http://www.ucsm.edu.pe Apartado: 1350
AREQUIPA - PERÚ

Cuadro resumen de los resultados del ensayo de tracción de las fibras de magüey

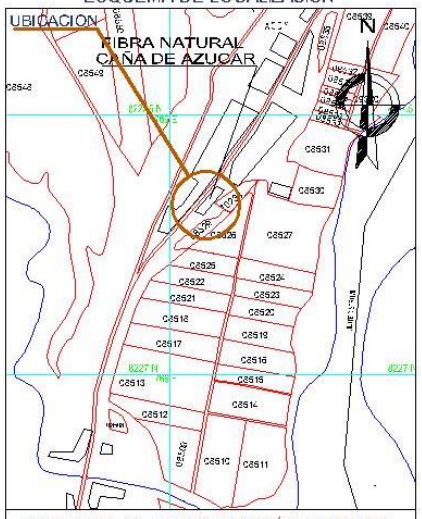


Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

ANEXO 04 – PLANO DE UBICACIÓN (ZONA DE EXTRACCIÓN DE LA CAÑA DE AZÚCAR)



ESQUEMA DE LOCALIZACIÓN



ESQUEMA DE LOCALIZACIÓN: 1/10 000

ZONIFICACION :

AREA DE ESTRUCTURACION URBANA :

DEPARTAMENTO : AREQUIPA
PROVINCIA : CASTILLA
DISTRITO : APLAO
Centro Poblado : ACOY

FIBRA NATURAL DE CAÑA DE AZUCAR

CUADRO NORMATIVO

PARAMETROS		NORMATIVO	PROYECTO
USOS			
DENSIDAD NETA			
COEFICIENTE DE EDIFICACION			
% AREA LIBRE			
ALTURA MAXIMA			
RETIRO MINIMO	FRONTAL		
	LATERAL		
	POSTERIOR		
ALINEAMIENTO FACHADA			
N° ESTACIONAMIENTO			

CUADRO DE AREAS (m²)

PISOS	AREAS DECLARADAS					
	EXISTENTE	DEMOLICION	NUEVA	AMP. / REM.	PARCIAL	TOTAL
PRIMER PISO						
SEGUNDO PISO						
AREA TOTAL TECHADA						
AREA LIBRE						
AREA DEL TERRENO						

TESIS :
"ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DE AREQUIPA UTILIZANDO FIBRAS NATURALES Y SINTETICA, APLICADO PARA EL CONTROL DE FISURAS POR RETRACCIÓN PLASTICA"

PRESENTADO POR :
Bach. : HERRERA LAZARTE, SERGIO RENATO.
Bach. : POLO ROCA, MELVIN EUSEBIO.

PLANO : UBICACIÓN

LAMINA : U-1

ESCALA : INDICADA

FECHA : Junio del 2017

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

ANEXO 05 – ENSAYO FLEXIÓN DE FIBRA NATURAL DE CAÑA DE AZÚCAR

Universidad Católica de Santa María

(51 54) 382038 Fax:(51 54) 251213 ucsm@ucsm.edu.pe http://www.ucsm.edu.pe Apartado: 1350

AREQUIPA - PERÚ

CENTRO DE PRODUCCIÓN DE BIENES Y SERVICIOS DE ENSAYOS DE MATERIALES DE LA EPIMMEM-UCSM

REPORTE DE ANÁLISIS

Código: FP-004 al 005

Fecha de Ejecución de ensayo: 29/12/2016

DATOS DEL CLIENTE

CLIENTE: POLO ROCA, MELVIN EUSEBIO

MATERIAL A ENSAYAR: FIBRA NATURAL DE CAÑA DE AZUCAR

RESUMEN DE RESULTADOS

A continuación se detalla los resultados:

Cód. Muest.	Ensayo/Propiedad	Resultado	Observaciones
FP-003	Flexión de fibra natural de caña de azúcar	5.885 N	Ensayos realizados a 22°C
FP-004	Flexión de fibra natural de caña de azúcar	5.885 N	Ensayos realizados a 22°C

Preparación de muestra:

Las probetas para cada ensayo fueron las fibras de caña de azúcar en forma de hilo, proporcionadas por el cliente.

Arequipa, 30 de diciembre del 2016

BOLETA N°: 019-0007519
Ensayo ejecutado por: Ing. Emilio Chire R.

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES U.C.S.M. LEM

ING. EMILIO CHIRE RAMIREZ
COORDINADOR DEL LABORATORIO

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

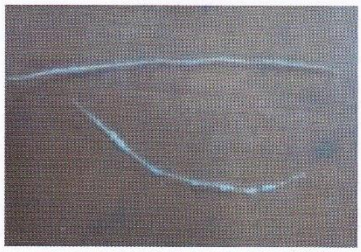
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Universidad Católica de Santa María
(51 54) 382038 Fax:(51 54) 251213 ucsm@ucsm.edu.pe http://www.ucsm.edu.pe Apartado: 1350
AREQUIPA - PERÚ

ANEXO N° 2

FIBRA DE CAÑA DE AZÚCAR			
VARIABLE	**UNIDAD**	**P-1**	**P-2**
Sección Transversal	Diámetro (mm)	0.551	0.601
	Longitud inicial (mm)	161	186
	Área (mm^2)	0.238	0.284
Carga máxima aplicada	N	5.885	5.885

1. **Probetas antes del ensayo:**



2. **Probetas durante el ensayo:**





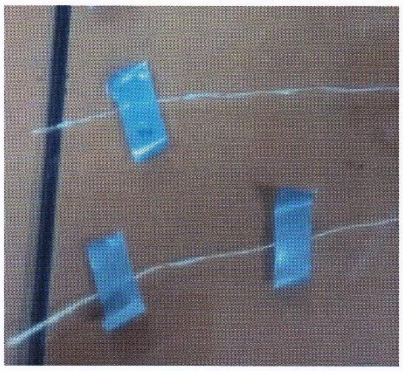
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

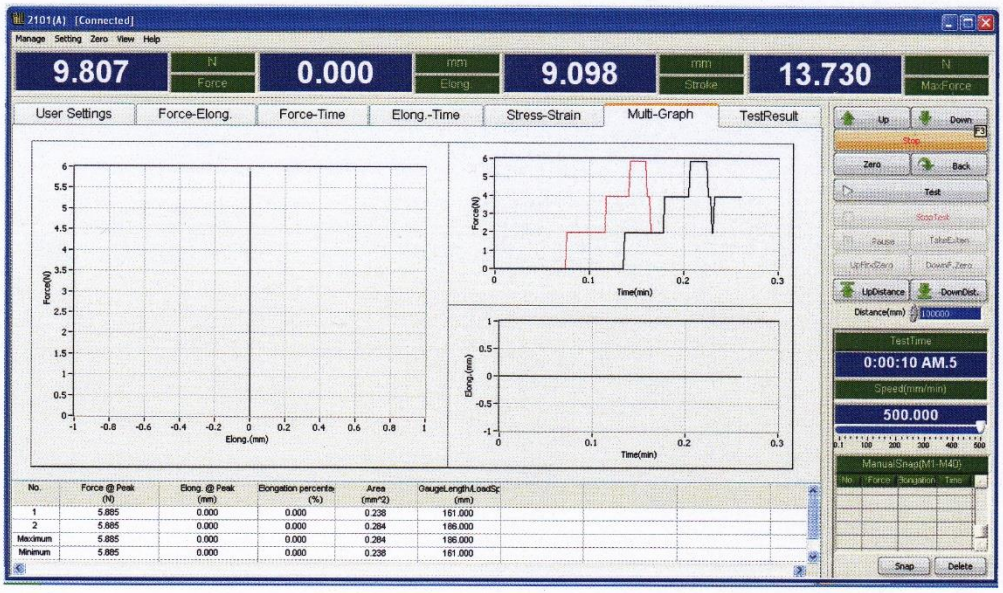
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Universidad Católica de Santa María
(51 54) 382038 Fax:(51 54) 251213 ucsm@ucsm.edu.pe http://www.ucsm.edu.pe Apartado: 1350
AREQUIPA - PERÚ

3. **Probetas después del ensayo:**



CUADRO RESUMEN DE LOS GRÁFICOS DEL ENSAYO DE FLEXIÓN DE PROBETAS DE CAÑA DE AZÚCAR



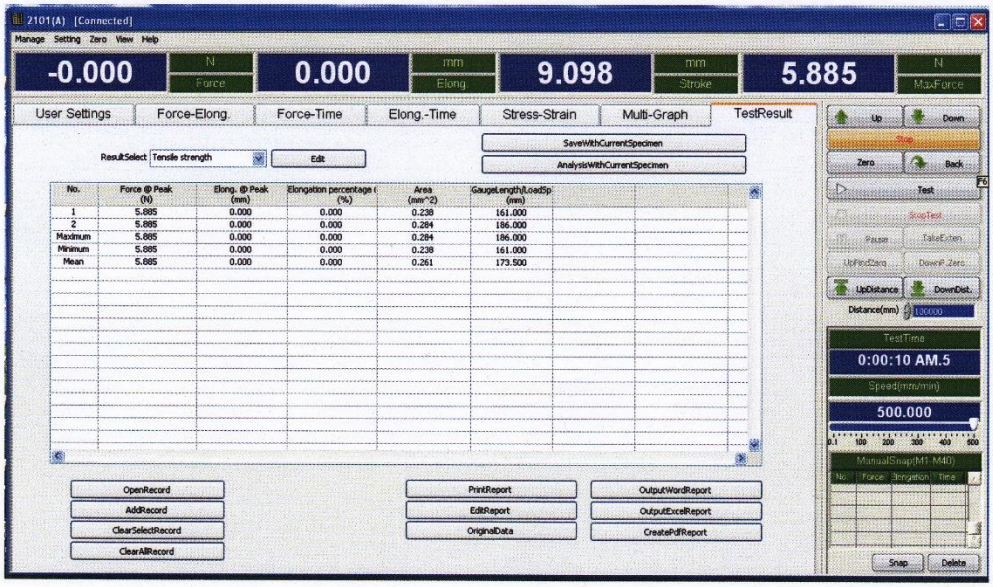
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Universidad Católica de Santa María
(51 54) 382038 Fax:(51 54) 251213 ucsm@ucsm.edu.pe http://www.ucsm.edu.pe Apartado: 1350
AREQUIPA - PERÚ

RESUMEN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN LOS ENSAYOS DE FLEXIÓN DE LA CAÑA DE AZÚCAR



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

ANEXO 06 – ENSAYO TRACCIÓN DE FIBRA NATURAL DE CAÑA DE AZÚCAR

Universidad Católica de Santa María

(51 54) 382038 Fax:(51 54) 251213 ucsm@ucsm.edu.pe http://www.ucsm.edu.pe Apartado: 1350

AREQUIPA - PERÚ

CENTRO DE PRODUCCIÓN DE BIENES Y SERVICIOS DE ENSAYOS DE MATERIALES DE LA EPIMMEM-UCSM

REPORTE DE ANÁLISIS

Código: TP-015 al 016

Fecha de Ejecución de ensayo: 29/12/2016

DATOS DEL CLIENTE

CLIENTE: POLO ROCA, MELVIN EUSEBIO

MATERIAL A ENSAYAR: FIBRA NATURAL DE CAÑA DE AZUCAR

RESUMEN DE RESULTADOS

A continuación se detalla los resultados:

Cód. Muest.	Ensayo/Propiedad	Resultado	Observaciones
TP-015	Tracción de fibra natural de caña de azúcar	48.25 MPa	Ensayos realizados a 22°C
TP-016	Tracción de fibra natural de caña de azúcar	48.70 MPa	Ensayos realizados a 22°C

Preparación de muestra:

Las probetas para cada ensayo fueron las fibras de caña de azúcar en forma de hilo, proporcionadas por el cliente.

Arequipa, 30 de diciembre del 2016

BOLETA N°: 019-0007519

Ensayo ejecutado por: Ing. Emilio Chire R.

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES U.C.S.M. LEM

ING. EMILIO CHIRE RAMIREZ

COORDINADOR DEL LABORATORIO

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos

En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

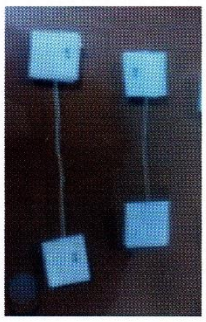
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Universidad Católica de Santa María
(51 54) 382038 Fax:(51 54) 251213 ucsm@ucsm.edu.pe http://www.ucsm.edu.pe Apartado: 1350
AREQUIPA - PERÚ

ANEXO N° 1

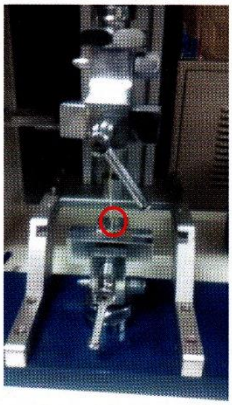
FIBRA DE CAÑA DE AZÚCAR			
VARIABLE	**UNIDAD**	**P-1**	**P-2**
Sección Transversal	Diámetro (mm)	0.567	0.608
	Longitud inicial (mm)	119	101
	Longitud final (mm)	120	108
	Área (mm^2)	0.252	0.290
Fuerza máxima aplicada	N	12.16	14.122
Resistencia a la tracción máx.	Mpa	48.25	48.70
Deformación máxima ε máx.	(%)	0.84	6.93

1. **Probetas antes del ensayo:**



2. **Probetas durante el ensayo:**





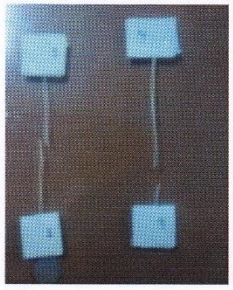
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Universidad Católica de Santa María
(51 54) 382038 Fax:(51 54) 251213 ucsm@ucsm.edu.pe http://www.ucsm.edu.pe Apartado: 1350
AREQUIPA - PERÚ

3. Probetas después del ensayo



CUADRO RESUMEN DE LAS GRAFICAS DE ENSAYOS DE TRACCIÓN



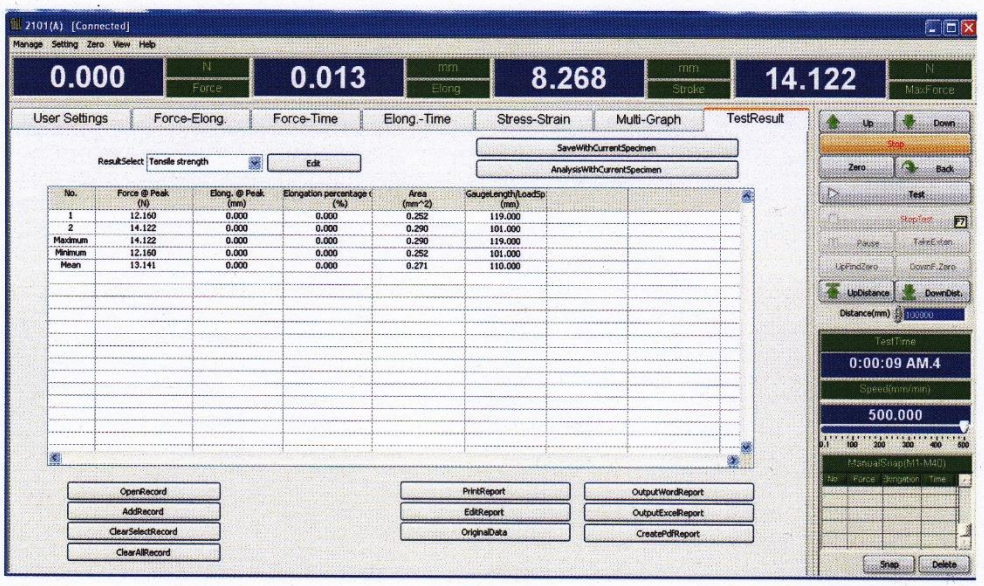
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Universidad Católica de Santa María
(51 54) 382038 Fax:(51 54) 251213 ucsm@ucsm.edu.pe http://www.ucsm.edu.pe Apartado: 1350
AREQUIPA - PERÚ

CUADRO RESUMEN DE LOS ENSAYOS DE TRACCIÓN



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

ANEXO 07 – HOJA TÉCNICA CHEMA FIBRA ULTRAFINA

Hoja Técnica

CHEMA FIBRA ULTRAFINA

Fibra de polipropileno para refuerzo tridimensional en morteros y concretos, reductor de rajaduras

ADI.2.9.1
RMP – V.0

Chema®
Calidad que Construye

DESCRIPCIÓN

Las fibras sintéticas **CHEMA FIBRA ULTRAFINA** corresponden a una nueva generación de micro fibras de polipropileno para refuerzo secundario de concreto. Esta tecnología única combina un diámetro ultra fino y ultra alta resistencia.

Literalmente, cientos de millones de filamentos de las Fibras Sintéticas **CHEMA FIBRA ULTRAFINA** están en un metro cúbico de concreto, creando una red tridimensional extremadamente densa en el concreto. Esta red, constituida por filamentos de alta resistencia a la tensión y alto modulo, inhiben el agrietamiento del concreto a un nivel microscópico.

La habilidad de las fibras **CHEMA FIBRA ULTRAFINA** de reducir el agrietamiento en las primeras 24 horas después de colocado el concreto, permiten una dramática reducción de la dosis recomendada, cuando se compara con otras fibras monofilamento del mercado.

VENTAJAS

- Excelente acabado.
- Distribución uniforme en la matriz.
- Virtualmente invisible en el concreto.
- Cuando se mezcla según la norma de ASTM C94, las fibras siempre están en la posición adecuada.
- Reduce la formación de grietas por contracción plástica, agrietamiento plástico y grietas por asentamiento en el concreto (ICCES 32) y migración de agua en exudación.
- Incrementa la resistencia al impacto (ASTM C544), la resistencia a facturación (ASTM C496) y abrasión (durabilidad de la superficie).
- Reduce la permeabilidad.
- Reduce el astillamiento causado por la explosión del concreto expuesto a fuego.

USOS

- En losas de concreto.
- En elementos pre fabricados de concreto.
- En tarrajeos para evitar fisuramiento superficial.
- En cualquier estructura de concreto o elemento de concreto donde se requiera evitar fisuras superficiales.

DATOS TÉCNICOS

Material	: Polipropileno Virgen 100%
Diseño	: Monofilamento
Diámetro	: 12 Micrones (+1/-3 Micrones)
Color	: Natural
Gravedad Específica	: 0.91 gr/cm^3
Humedad	: < 2%
Área de Superficie Especifica	: 370 m^2/Kg / 1.790 ft^2/lb
Punto de Fusión	: 160°C / 320°F
Módulo de Elasticidad	: 5.5 GPA / 800 ksi
Tenacidad	: 8.5 cN/dtex/765 MPa/110 KSI
Resistencia a la Tensión	: 110 ksi (765 MPa)
Punto de Ignición	: 590°C / 1094°F
Conductividad Térmica y Eléctrica	: Baja
Elongación a la Ruptura	: < 25%
Absorción de Agua	: Cero
Resistencia Química y Alcalina	: Excelente

CHEMA FIBRA ULTRAFINA

Fibra de polipropileno para refuerzo tridimensional en morteros y concretos, reductor de rajaduras

	Lubricación : < 15%
	Longitudes de Cortes de Fibras Disponibles : ½" (12 mm) y ¾"(19 mm) y combinaciones
PREPARACIÓN Y APLICACIÓN DEL PRODUCTO	1. Se agrega una bolsa hidrosolube de 300 gr directamente al mixer por cada m^3 de concreto o mortero antes, durante o después de que la mezcla de concreto este lista. Se recomienda seguir los procedimientos de mezcla especificados en ASTM C94.
RENDIMIENTO	Una bolsa de 300 gr por m^3 de concreto, mortero o según recomendación del proyectista.
PRESENTACIÓN	Envase de 300 gr (Código: 27003404)
ALMACENAMIENTO	De almacenarse en un lugar fresco, ventilado y sellado bajo techo el tiempo de vida útil será de 5 años.
PRECAUCIONES Y RECOMENDACIONES	En caso de emergencia, llame al CETOX (Centro Toxicológico). Producto tóxico, NO INGERIR, mantenga el producto fuera del alcance de los niños. No comer ni beber mientras manipula el producto. Lavarse las manos luego de manipular el producto. Utilizar guantes, gafas protectoras y ropa de trabajo. Almacene el producto bajo sombra y en ambientes ventilados. En caso de contacto con los ojos y la piel, lávelos con abundante agua. Si es ingerido, no provocar vómitos, procurar ayuda médica inmediata.

La información que suministramos está basada en ensayos que consideramos seguros y correctos de acuerdo a nuestra experiencia. Los usuarios quedan en libertad de efectuar las pruebas y ensayos previos que estimen conveniente, para determinar si son apropiados para un uso en particular. El uso, aplicación y manejo correcto de los productos, quedan fuera de nuestro control y es de exclusiva responsabilidad del usuario.

Hoja Técnica

CHEMAPLAST

Aditivo reductor de agua. Mejora la trabajabilidad del concreto aumentando la resistencia a la penetración de humedad

V.2016

DESCRIPCIÓN

El **CHEMAPLAST** es un aditivo plastificante de color marrón a base de agentes dispersantes de alta eficacia exento de cloruros. Es un producto adecuado a las especificaciones ASTM C-494 tipo A.

Hace posible diseñar mezclas de concreto de fácil colocación con un contenido de hasta 10% menor de agua, generando aumento en la resistencia a la compresión y durabilidad del concreto. Tiene además propiedades de reducir la permeabilidad del concreto.

(Ver cuadro de Impermeabilizantes Integrales CHEMA).

VENTAJAS

El concreto tratado con **CHEMAPLAST**tiene las siguientes ventajas:

- Mejor acabado: La plasticidad permite un mejor acabado, por lo tanto, aumenta la durabilidad.
- Aumenta la trabajabilidad y facilita la colocación del concreto en elementos esbeltos con alta densidad de armadura con una ligera vibración, sin necesidad de aumentar la relación agua / cemento.
- Disminuye la contracción debido a la mejor retención de agua así como mayor aglomeración interna del concreto en estado plástico.
- Aumenta la hermeticidad al agua impermeabilizándolo y produciendo mayor resistencia a la penetración de la humedad y por consiguiente al ataque de sales.
- Aumenta la durabilidad debido a su alto grado de resistencia al salitre, sulfatos y cloruros.
- No contiene cloruros.
- Aumenta la resistencia a la compresión y flexión a todas las edades; mejora la adherencia al acero de construcción.
- No transmite olor ni sabor al agua potable, ni la contamina. Cuenta con certificado CEPIS[1].

USOS

- En concretos estructurales de edificaciones y en elementos esbeltos.
- En concreto caravista.
- En concretos pretensados y post-tensados.
- En obras hidráulicas.
- En concretos para elementos pre-fabricados: postes, buzones, cajas, tuberías, etc.
- En concretos para pavimentos y puentes.
- En concretos que deben ser desencofrados a temprana edad.
- En concretos de reparación en general.
- En construcciones frente al mar se recomienda utilizarlo desde los cimientos, en el concreto de techos, vigas, columnas, pisos, en el mortero de asentado y en el tarrajeo. En esculturas de concreto.

DATOS TÉCNICOS

Densidad (Kg/gal) :4.10 - 4.30
pH : 8.0 – 9.5
Color: Marrón oscuro
Aspecto: Líquido

[1] CEPIS: Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente.

CHEMAPLAST

Aditivo reductor de agua. Mejora la trabajabilidad del concreto aumentando la resistencia a la penetración de humedad

V.2016

PREPARACIÓN Y APLICACIÓN DEL PRODUCTO	1. Agregar de 145 ml a 360 ml de **CHEMAPLAST** por bolsa de cemento al agua de amasado de acuerdo al efecto deseado, sin combinarlo con otros aditivos. Se sugiere realizar pruebas previas con los materiales, tipo de cemento y condiciones de obra. 2. Para morteros impermeables usar diseño 1:3 (1 de cemento+ 3 de arena fina).
RENDIMIENTO	La dosis sugerida es de 145 ml a 360 ml de **CHEMAPLAST** por bolsa de cemento. La dosis óptima se debe determinar mediante ensayos con los materiales, tipo de cemento y en las condiciones de obra.
PRESENTACIÓN	Envase de 1 gal. (Código: 05003004) Envase de 5 gal. (Código: 05003005) Envase de 50 gal.(Código: 05003193) Envase de 55 gal.(Código: 05003055)
ALMACENAMIENTO	De almacenarse en lugar fresco, ventilado y sellado bajo techo su tiempo de vida útil será de 1 año.
PRECAUCIONES Y RECOMENDACIONES	En caso de emergencia, llame al CETOX (Centro Toxicológico). Producto tóxico. NO INGERIR, mantenga el producto fuera del alcance de los niños. No coma ni beba mientras manipula el producto. Lávese las manos luego de manipular el producto. Utilice guantes de seguridad, gafas y ropa protectoras de trabajo. Almacene el producto bajo sombra y en ambientes ventilados. En caso de contacto con los ojos y la piel, lávese con abundante agua. Si es ingerido, no provocar vómitos; procure buscar ayuda médica inmediata.

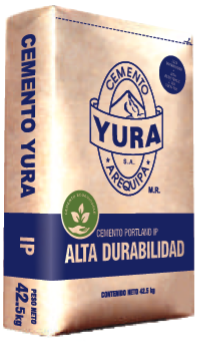
La información que suministramos está basada en ensayos que consideramos seguros y correctos de acuerdo a nuestra experiencia. Los usuarios quedan en libertad de efectuar las pruebas y ensayos previos que estimen conveniente, para determinar si son apropiados para un uso en particular. El uso, aplicación y manejo correcto de los productos, quedan fuera de nuestro control y es de exclusiva responsabilidad del usuario.

CUADRO DE
IMPERMEABILIZANTES INTEGRALES CHEMA

CHEMA 1 POLVO	Para preparar morteros y concretos súper impermeables en cisternas, tanques elevados, jardineras, zócalos, zonas húmedas y otros.
CHEMA 1 LÍQUIDO	Para mortero y concreto impermeables.
CHEMITA EN POLVO	Impermeabilizante en polvo para morteros y concreto muy económico.
CHEMAPLAST	Plastificante reductor de agua e impermeabilizante integral que otorga mayor f´c ideal para lograr un concreto caravista de alta calidad.
CHEMAPLAST IMPERMEABILIZANTE	Impermeabilizante para cimientos y sobrecimientos, morteros de uso extensivo, además de plastificante para concreto caravista.

ANEXO 09 – FICHA TÉCNICA CEMENTO PORTLAND PUZOLÁNICO YURA IP

FICHA TÉCNICA



CEMENTO PORTLAND PUZOLÁNICO YURA IP – ALTA DURABILIDAD

TIPO IP – ALTA DURABILIDAD

DESCRIPCIÓN

El Cemento Portland Puzolánico Yura IP, ALTA DURABILIDAD, es un cemento elaborado bajo los más estrictos estándares de la industria cementera, colaborando con el medio ambiente, debido a que en su producción se reduce ostensiblemente la emisión de CO_2, contribuyendo a la reducción de los gases con efecto invernadero.

Es un producto fabricado a base de Clinker de alta calidad, puzolana natural de origen volcánico de alta reactividad y yeso. Esta mezcla es molida industrialmente en molinos de última generación, logrando un alto grado de finura. La fabricación es controlada bajo un sistema de gestión de calidad certificado con ISO 9001 y de gestión ambiental ISO 14001, asegurando un alto estándar de calidad.

Sus componentes y la tecnología utilizada en su fabricación, hacen que el Cemento Portland Puzolánico YURA IP, tenga propiedades especiales que otorgan a los concretos y morteros cualidades únicas de ALTA DURABILIDAD, permitiendo que el concreto mejore su resistencia e impermeabilidad y también pueda resistir la acción del intemperismo, ataques químicos (aguas saladas, sulfatadas, ácidas, desechos industriales, reacciones químicas en los agregados, etc.), abrasión, u otros tipos de deterioro.

Puede ser utilizado en cualquier tipo de obras de infraestructura y construcción en general. Especialmente para OBRAS DE ALTA EXIGENCIA DE DURABILIDAD.

LA DURABILIDAD

"Es aquella propiedad del concreto endurecido que define la capacidad de éste para resistir la acción del medio ambiente que lo rodea, permitiendo alargar su vida útil".

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

REQUISITOS QUÍMICOS	CEMENTO PORTLAND PUZOLÁNICO YURA TIPO IP	Requisitos Norma NTP 334.090 ASTM C-595
MgO (%)	1.6 - 3.1	6.00 Máx.
SO_3 (%)	1.8 - 2.6	4.00 Máx.
Pérdida por ignición (%)	1.3 - 3.0	5.00 Máx.

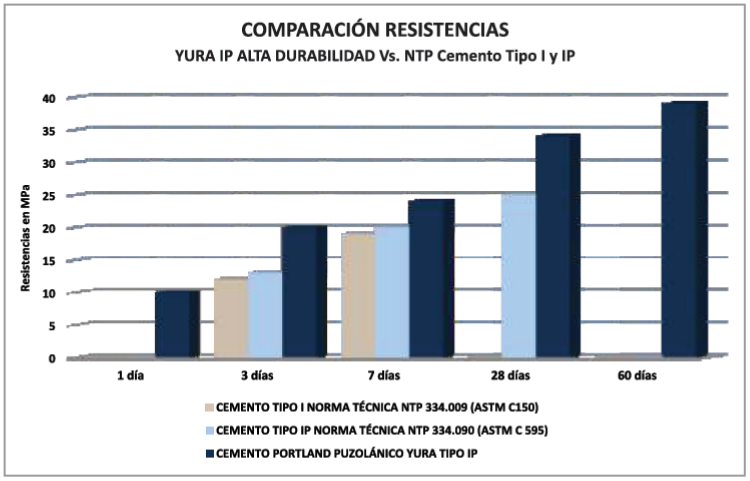
REQUISITOS FÍSICOS	CEMENTO PORTLAND PUZOLÁNICO YURA TIPO IP		Norma NTP 334.090 ASTM C-595		Comparativo con Norma Tipo I y Tipo V Requisitos Norma Técnica NTP 334.009 / ASTM C 150	
Peso específico (gr/cm3)	2.85		-		-	
Expansión en autoclave (%)	-0.09 - 0.05		0.80 Máx.		-	
Fraguado Vicat inicial (minutos)	190 - 250		45 Mín.		-	
Fraguado Vicat final (minutos)	230 - 295		420 Máx.		-	
Resistencia a la compresión	Kgf/cm²	MPa	Kgf/cm²	MPa	Cemento Tipo I	
					Kgf/cm²	MPa
1 días	90 - 110	8.8 - 10.7	-	-	-	-
3 días	185 - 210	18.1 - 20.5	133 Mín.	13	122 Mín.	12
7 días	225 - 255	22.0 - 25.0	204 Mín.	20	194 Mín.	19
28 días	310 - 340	30.4 - 33.3	255 Mín.	25	-	-
Resistencia a los sulfatos	Cemento IP				Cemento Tipo V	
% Expansión a los 14 días	0.018		-		0.04 Máx.	

VERSIÓN 2016

PLANTA: Estación Yura Km 26 s/n, Yura, Arequipa - Perú
OFICINA COMERCIAL: Av. General Diez Canseco N° 527 - Arequipa
TELÉFONO: (054) 495060 - 225000 - **FAX:** (054) 220650
www.yura.com.pe

CEMENTO PORTLAND PUZOLÁNICO YURA IP – ALTA DURABILIDAD

COMPARATIVO CON REQUISITOS DE RESISTENCIA DE NORMAS TÉCNICAS



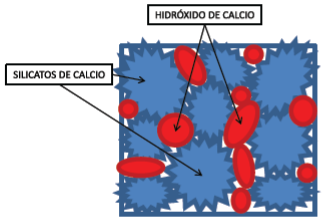
PROPIEDADES

1 MAYOR RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN:

Debido a su contenido de puzolana natural de origen volcánico, la cual tiene mayor superficie específica interna en comparación con otros tipos de puzolana, hacen que el cemento Yura IP desarrolle con el tiempo resistencias a la compresión superiores a las que ofrecen otros tipos de cemento.

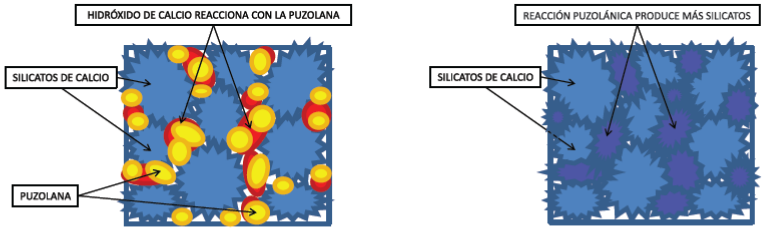
Los aluminosilicatos de la puzolana reaccionan con el hidróxido de calcio liberado de la reacción de hidratación del cemento formando silicatos cálcicos que son compuestos hidráulicos que le dan una resistencia adicional al cemento, superando a otros tipos de cemento que no contienen puzolana.

CON CEMENTO TIPO I



El cemento Tipo I produce un 75% de silicatos de calcio (resistencia), el otro 25 % es hidróxido de calcio que no ofrece resistencia y es susceptible a los ataques químicos, produciendo erosiones y/o expansiones.

CON CEMENTO PORTLAND PUZOLÁNICO YURA IP



La puzolana que contiene el cemento YURA IP, reacciona con el hidróxido de calcio, produciendo más silicatos de calcio, lo que otorga mayor resistencia, sellando los poros haciendo un concreto más impermeable.

VERSIÓN 2016

PLANTA: Estación Yura Km 26 s/n, Yura, Arequipa - Perú
OFICINA COMERCIAL: Av. General Diez Canseco N° 527 - Arequipa
TELÉFONO: (054) 495060 - 225000 - **FAX:** (054) 220650
www.yura.com.pe

CEMENTO PORTLAND PUZOLÁNICO YURA IP – ALTA DURABILIDAD

PROPIEDADES

2 RESISTENCIA AL ATAQUE DE SULFATOS Y CLORUROS:

El hidróxido de calcio, liberado en la hidratación del cemento, reacciona con los sulfatos produciendo sulfato de calcio dihidratado que genera una expansión del 18% del sólido y produce también etringita que es el compuesto causante de la fisuración del concreto.
Debido a la capacidad de la puzolana de Yura para fijar este hidróxido de calcio liberado y a su mayor impermeabilidad, el cemento Yura Tipo IP es más resistente a los sulfatos, cloruros y al ataque químico de otros iones agresivos.
Resultados de laboratorio demuestran que el cemento Portland Tipo IP, tiene mayor resistencia a los sulfatos que el cemento Tipo V.

Resistencia a los sulfatos	Resultado Cemento YURA IP	Resultado Cemento YURA Tipo V	Requisitos de Norma NTP 334.009 Tipo V
Máximo % de Expansión a los 14 días	0.018	0.029	0.040 Máx.

** El % de expansión del cemento YURA IP - ALTA DURABILIDAD, es menor que la del cemento Tipo V y mucho menor al exigido en la norma.*

3 MAYOR IMPERMEABILIDAD:

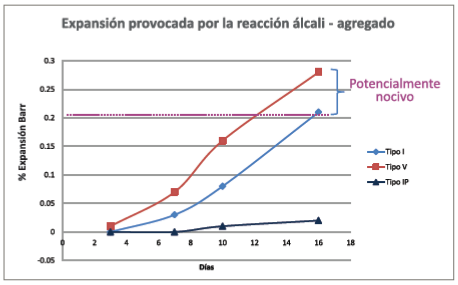
El cemento portland puzolánico YURA IP, produce mayor cantidad de silicatos cálcicos, debido a la reacción de los aluminosilicatos de la puzolana con los hidróxidos de calcio producidos en la hidratación del cemento, disminuyendo la porosidad capilar, así el concreto se hace menos permeable y protege a las barras de acero de la corrosión.

4 DISMINUYE LA REACCIÓN NOCIVA ÁLCALI - AGREGADO:

La puzolana de Yura remueve los álcalis de la pasta de cemento antes que estos puedan reaccionar con los agregados evitando así la fisuración del concreto debido a la reacción expansiva álcali – agregado, ante la presencia de agregados álcali reactivos.
El ensayo de expansión del mortero es un requisito opcional de los cementos portland puzolánicos y se solicita cuando el cemento es utilizado con agregados álcali reactivos. El cemento Yura tipo IP cumple con este requisito opcional demostrado en ensayos de laboratorio. Así se demuestra la efectividad de su puzolana en controlar la expansión causada por la reacción entre los agregados reactivos y los álcalis del cemento.

ENSAYO DE COMPROBACIÓN DEL CEMENTO PORTLAND PUZOLÁNICO YURA TIPO IP QUE INHIBE LA REACCIÓN ÁLCALI – AGREGADO.

Comparación de potencial de reactividad alcalina de los cementos tipos I, V y IP según método de la norma ASTM C1260-07



El cemento Yura IP neutraliza esta reacción protegiendo al concreto contra este tipo de ataque.

Días	% Expansión Barr		
	Cemento tipo I	Cemento tipo V	Cemento tipo IP
3 días	0	0.01	0
7 días	0.03	0.07	0
10 días	0.08	0.16	0.01
16 días	0.21*	0.28*	0.02**

**Los cementos tipo I y V presentan un porcentaje de expansión de 0.20 a los 16 días lo cual se les considera potencialmente dañino.*

*** Bajo riesgo de expansión en condiciones de campo.*

PLANTA: Estación Yura Km 26 s/n, Yura, Arequipa - Perú
OFICINA COMERCIAL: Av. General Diez Canseco N° 527 - Arequipa
TELÉFONO: (054) 495060 - 225000 - **FAX:** (054) 220650
www.yura.com.pe

CEMENTO PORTLAND PUZOLÁNICO YURA IP – ALTA DURABILIDAD

TIPO IP – ALTA DURABILIDAD

PROPIEDADES

5 MENOR CALOR DE HIDRATACION:

La reacción entre el Hidróxido de Calcio, liberado en la hidratación el cemento, con el aluminato tricálcico(C3A) presente en el cemento, genera gran calor de hidratación. La puzolana al reaccionar con el hidróxido de calcio, inhibe esta reacción, generando menor calor de hidratación, evitando contracciones y fisuraciones que afectan la calidad del concreto, principalmente en obra de gran volumen.

El cemento de Yura tipo IP cumple con el requisito, a los 7 y 28 días, de generar un moderado calor de hidratación. Por lo tanto, puede utilizarse al igual que el cemento Portland tipo II.

BENEFICIOS AMBIENTALES

Menor consumo energético.
Cemento fabricado con menor emisión de CO_2.

RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD

- El contacto con este producto provoca irritación cutánea e irritación ocular grave, evite el contacto directo en piel y mucosas.
- En caso de contacto con los ojos, lavar con abundante agua limpia.
- En caso de contacto con la piel, lavar con agua y jabón.
- Para su manipulación es obligatorio el uso de los siguientes elementos de protección:



Guantes Impermeables | Protección Ocular | Botas Impermeables | Protección Respiratoria

ALMACENAMIENTO

Para mantener el cemento en óptimas condiciones, se recomienda:

- Almacenar en un ambiente seco, separado del suelo y de las paredes.
- Protegerlos contra la humedad o corriente de aire húmedo.
- En caso de almacenamiento prolongado, cubrir el cemento con polietileno.
- No apilar más de 10 bolsas o en 2 pallet de altura.

PRESENTACIONES DISPONIBLES

- **Bolsas 25 Kg** Ergonómico. Ideal para proyectos pequeños y pocas áreas de almacenamiento.
- **Bolsas 42.5 Kg** Ideal para proyectos medianos y pequeños, o con accesos complicados y pocas áreas de almacenamiento.
- **Big Bag 1.0 TM** Para proyectos de constructoras que tienen planta de concreto. Facilita la manipulación de grandes volúmenes.
- **Big Bag 1.5 TM** Para proyectos mineros y de gran construcción, requiere la utilización de equipos de carga.
- **Granel** Abastecido en bombonas para descargar en silos contenedores.

NORMAS TÉCNICAS

EL CEMENTO PORTLAND PUZOLÁNICO YURA IP - ALTA DURABILIDAD, cumple con las especificaciones técnicas de los siguientes países:

PAIS	NORMA		DENOMINACIÓN	
Perú	Norma Técnica Peruana	NTP 334.090	CEMENTO PORTLAND PUZOLÁNICO	TIPO IP
Chile	Norma Chilena Oficial	NCh 148 Of68	CEMENTO PUZOLÁNICO	GRADO CORRIENTE
USA	Norma Americana	ASTM C595	PORTLAND POZZOLAN CEMENT	TYPE IP
Bolivia	Norma Boliviana	NB-011	CEMENTO PORTLAND CON PUZOLANA	TIPO IP 30
Ecuador	Norma Técnica Ecuatoriana	NTE INEN 490	CEMENTO PORTLAND PUZOLÁNICO	TIPO IP
Brasil	Norma Brasileña	NBR 5736	CIMENTO PORTLAND POZOLÂNICO	TIPO CP IV 32
Colombia	Norma Técnica Colombiana	NTC 121 - 321	CEMENTO PORTLAND	TIPO 1

DURACIÓN

Almacenar y consumir de acuerdo a la fecha de producción utilizando el más antiguo. Se recomienda que el cemento sea utilizado antes de 60 días de la fecha de envasado indicada en la bolsa, luego de esa fecha, verifique la calidad del mismo.

VERSIÓN 2016

PLANTA: Estación Yura Km 26 s/n, Yura, Arequipa - Perú
OFICINA COMERCIAL: Av. General Diez Canseco N° 527 - Arequipa
TELÉFONO: (054) 495060 - 225000 - **FAX:** (054) 220650
www.yura.com.pe

ANEXO 10 – RESULTADOS DE ENSAYO A COMPRESIÓN (PRE-ENSAYOS)

RESPONSABLES :				RESULTADOS DE ENSAYOS A COMPRESIÓN DEL CONCRETO ENDURECIDO					LIMITES DE RESISTENCIA DEL CONCRETO A ENSAYOS DE COMPRESION			3 días	7 días	14 días	21 días	28 días
BACH: HERRERA LAZARTE, SERGIO RENATO												50%	70%	80%	90%	100%
BACH: POLO ROCA, MELVIN EUSEBIO									f'c	210	kgf/cm2	105	147	168	189	210
N°	CODIGO	MOLDE	F'cr	A/C	FECHA DE VACEADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	DIAMETRO 1 (pulg)	DIAMETRO 2 (pulg)	DIAMETRO Prom (cm)	AREA (cm2)	FUERZA (kgf)	f´c (kgf/cm2)	f´c prom (kgf/cm2)	Δ f'c prom (kgf/cm2)	Δ f'c prom (%)
1	S-01	4" x 8"	294	0.59	02/01/2017	05/01/2017	3.00	4.20	4.25	10.73	90.43	14846.00	164.17			
2	S-01	4" x 8"	294	0.59	02/01/2017	05/01/2017	3.00	4.25	4.20	10.73	90.43	15434.00	170.67	162.68	57.68	55%
3	S-01	4" x 8"	294	0.59	02/01/2017	05/01/2017	3.00	4.25	4.25	10.80	91.61	14034.00	153.19			
4	S-01	4" x 8"	294	0.59	02/01/2017	09/01/2017	7.00	4.20	4.25	10.73	90.43	19638.00	217.16			
5	S-01	4" x 8"	294	0.59	02/01/2017	09/01/2017	7.00	4.25	4.25	10.80	91.61	16566.00	180.83	195.90	48.90	33%
6	S-01	4" x 8"	294	0.59	02/01/2017	09/01/2017	7.00	4.20	4.25	10.73	90.43	17155.00	189.70			
7	S-01	4" x 8"	294	0.59	02/01/2017	16/01/2017	14.00	4.25	4.25	10.80	91.61	20058.00	218.95			
8	S-01	4" x 8"	294	0.59	02/01/2017	16/01/2017	14.00	4.25	4.25	10.80	91.61	21856.00	238.58	230.77	62.77	37%
9	S-01	4" x 8"	294	0.59	02/01/2017	16/01/2017	14.00	4.25	4.20	10.73	90.43	21232.00	234.79			
10	S-01	4" x 8"	294	0.59	02/01/2017	23/01/2017	21.00	4.25	4.20	10.73	90.43	21747.00	240.48			
11	S-01	4" x 8"	294	0.59	02/01/2017	23/01/2017	21.00	4.25	4.20	10.73	90.43	20070.00	221.94	243.82	54.82	29%
12	S-01	4" x 8"	294	0.59	02/01/2017	23/01/2017	21.00	4.20	4.25	10.73	90.43	24208.00	267.70			
13	S-01	4" x 8"	294	0.59	02/01/2017	23/01/2017	21.00	4.25	4.25	10.80	91.61	22460.00	245.17			
14	S-02	4" x 8"	210	0.72	03/01/2017	06/01/2017	3.00	4.20	4.25	10.73	90.43	13313.00	147.22			
15	S-02	4" x 8"	210	0.72	03/01/2017	06/01/2017	3.00	4.20	4.25	10.73	90.43	13903.00	153.74	146.35	41.35	39%
16	S-02	4" x 8"	210	0.72	03/01/2017	06/01/2017	3.00	4.25	4.20	10.73	90.43	12487.00	138.08			
17	S-02	4" x 8"	210	0.72	03/01/2017	17/01/2017	14.00	4.20	4.25	10.73	90.43	18330.00	202.70			
18	S-02	4" x 8"	210	0.72	03/01/2017	17/01/2017	14.00	4.20	4.25	10.73	90.43	17995.00	198.99	200.86	32.86	20%
19	S-02	4" x 8"	210	0.72	03/01/2017	17/01/2017	14.00	4.25	4.25	10.80	91.61	18404.00	200.90			
20	S-02	4" x 8"	210	0.72	03/01/2017	24/01/2017	21.00	4.20	4.20	10.67	89.42	20255.00	226.52			
21	S-02	4" x 8"	210	0.72	03/01/2017	24/01/2017	21.00	4.20	4.25	10.73	90.43	17029.00	188.31	214.46	25.46	13%
22	S-02	4" x 8"	210	0.72	03/01/2017	24/01/2017	21.00	4.20	4.25	10.73	90.43	20669.00	228.56			
23	S-03	4" x 8"	294	0.59	16/01/2017	19/01/2017	3.00	4.20	4.25	10.73	90.43	14780.00	163.44			
24	S-03	4" x 8"	294	0.59	16/01/2017	19/01/2017	3.00	4.20	4.25	10.73	90.43	14400.00	159.24	166.91	61.91	59%
25	S-03	4" x 8"	294	0.59	16/01/2017	19/01/2017	3.00	4.20	4.25	10.73	90.43	16100.00	178.04			
26	S-03	4" x 8"	294	0.59	16/01/2017	23/01/2017	7.00	4.20	4.25	10.73	90.43	18237.00	201.67			
27	S-03	4" x 8"	294	0.59	16/01/2017	23/01/2017	7.00	4.20	4.25	10.73	90.43	18808.00	207.98	206.31	59.31	40%
28	S-03	4" x 8"	294	0.59	16/01/2017	23/01/2017	7.00	4.20	4.20	10.67	89.42	18714.00	209.28			

N°	CODIGO	MOLDE	F'cr	A/C	FECHA DE VACEADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	DIAMETRO 1 (pulg)	DIAMETRO 2 (pulg)	DIAMETRO Prom (cm)	AREA (cm2)	FUERZA (kgf)	f´c (kgf/cm2)	f´c prom (kgf/cm2)	Δ f'c prom (kgf/cm2)	Δ f'c prom (%)
29	S-03	4" x 8"	294	0.59	16/01/2017	27/01/2017	11.00	4.25	4.25	10.80	91.61	19960.00	217.88	219.10	51.10	30%
30	S-03	4" x 8"	294	0.59	16/01/2017	27/01/2017	11.00	4.25	4.20	10.73	90.43	19630.00	217.07			
31	S-03	4" x 8"	294	0.59	16/01/2017	27/01/2017	11.00	4.25	4.20	10.73	90.43	20107.00	222.35			
32	S-03	6" x 12"	294	0.59	16/01/2017	19/01/2017	3.00	6.05	6.05	15.37	185.54	24172.00	130.28	142.39	37.39	36%
33	S-03	6" x 12"	294	0.59	16/01/2017	19/01/2017	3.00	6.00	6.10	15.37	185.54	28220.00	152.10			
34	S-03	6" x 12"	294	0.59	16/01/2017	19/01/2017	3.00	6.10	6.00	15.37	185.54	26863.00	144.78			
35	S-03	6" x 12"	294	0.59	16/01/2017	23/01/2017	7.00	6.05	6.05	15.37	185.54	32722.00	176.36	173.32	26.32	18%
36	S-03	6" x 12"	294	0.59	16/01/2017	23/01/2017	7.00	6.00	6.05	15.30	183.85	32060.00	174.38			
37	S-03	6" x 12"	294	0.59	16/01/2017	23/01/2017	7.00	6.05	6.05	15.37	185.54	31399.00	169.23			
38	S-03	6" x 12"	294	0.59	16/01/2017	27/01/2017	11.00	6.10	6.05	15.43	186.99	37583.00	200.99	204.77	36.77	22%
39	S-03	6" x 12"	294	0.59	16/01/2017	27/01/2017	11.00	6.00	6.00	15.24	182.41	38011.00	208.38			
40	S-03	6" x 12"	294	0.59	16/01/2017	27/01/2017	11.00	6.00	6.10	15.37	185.54	38026.00	204.95			
41	S-04	4" x 8"	210	0.72	17/01/2017	20/01/2017	3.00	4.20	4.25	10.73	90.43	10119.00	111.90	124.32	19.32	18%
42	S-04	4" x 8"	210	0.72	17/01/2017	20/01/2017	3.00	4.20	4.25	10.73	90.43	12594.00	139.27			
43	S-04	4" x 8"	210	0.72	17/01/2017	20/01/2017	3.00	4.20	4.25	10.73	90.43	11014.00	121.80			
44	S-04	4" x 8"	210	0.72	17/01/2017	24/01/2017	7.00	4.20	4.20	10.67	89.42	15938.00	178.24	171.59	24.59	17%
45	S-04	4" x 8"	210	0.72	17/01/2017	24/01/2017	7.00	4.20	4.20	10.67	89.42	15210.00	170.10			
46	S-04	4" x 8"	210	0.72	17/01/2017	24/01/2017	7.00	4.20	4.25	10.73	90.43	15052.00	166.45			
47	S-04	4" x 8"	210	0.72	17/01/2017	27/01/2017	10.00	4.25	4.20	10.73	90.43	15730.00	173.95	186.72	18.72	11%
48	S-04	4" x 8"	210	0.72	17/01/2017	27/01/2017	10.00	4.25	4.20	10.73	90.43	17073.00	188.80			
49	S-04	4" x 8"	210	0.72	17/01/2017	27/01/2017	10.00	4.25	4.25	10.80	91.61	18085.00	197.41			
50	S-04	6" x 12"	210	0.72	17/01/2017	20/01/2017	3.00	6.05	6.10	15.43	186.99	20407.00	109.13	103.84	-1.16	-1%
51	S-04	6" x 12"	210	0.72	17/01/2017	20/01/2017	3.00	6.05	6.10	15.43	186.99	19318.00	103.31			
52	S-04	6" x 12"	210	0.72	17/01/2017	20/01/2017	3.00	6.05	6.05	15.37	185.54	18385.00	99.09			
53	S-04	6" x 12"	210	0.72	17/01/2017	24/01/2017	7.00	6.00	6.10	15.37	185.54	25331.00	136.53	146.49	-0.51	0%
54	S-04	6" x 12"	210	0.72	17/01/2017	24/01/2017	7.00	6.00	6.00	15.24	182.41	26872.00	147.32			
55	S-04	6" x 12"	210	0.72	17/01/2017	24/01/2017	7.00	6.00	6.00	15.24	182.41	28389.00	155.63			
56	S-04	6" x 12"	210	0.72	17/01/2017	27/01/2017	10.00	6.00	6.00	15.24	182.41	27567.00	151.13	157.83	-10.17	-6%
57	S-04	6" x 12"	210	0.72	17/01/2017	27/01/2017	10.00	6.00	6.00	15.24	182.41	29676.00	162.69			
58	S-04	6" x 12"	210	0.72	17/01/2017	27/01/2017	10.00	6.00	6.05	15.30	183.85	29358.00	159.68			

ANEXO 11 – RESULTADOS DE ENSAYOS A COMPRESIÓN

RESPONSABLES :			RESULTADOS DE ENSAYOS A COMPRESIÓN DEL CONCRETO ENDURECIDO				LIMITES DE RESISTENCIA DEL CONCRETO A ENSAYOS DE COMPRESION				3 días	7 días	14 días	21 días	28 días
BACH: HERRERA LAZARTE, SERGIO RENATO											50%	70%	80%	90%	100%
BACH: POLO ROCA, MELVIN EUSEBIO							f'c	210	kgf/cm2	→	105	147	168	189	210
N°	CODIGO	TIPO	FECHA DE VACEADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	D 1 (pulg)	D 2 (pulg)	D prom (cm)	AREA (cm2)	FUERZA (kgf)	f´c (kgf/cm2)	f´c prom (kgf/cm2)	Δ f´c prom (kgf/cm2)	Δ f´c prom (%)	Dispersión (%)
1	CP1-S/F	CONCRETO PATRON 1	28/03/2017	04/04/2017	7.00	4.20	4.25	10.73	90.43	14,816	163.84	162.62	15.62	11%	11%
2	CP1-S/F	CONCRETO PATRON 1	28/03/2017	04/04/2017	7.00	4.25	4.20	10.73	90.43	13,829	152.92				
3	CP1-S/F	CONCRETO PATRON 1	28/03/2017	04/04/2017	7.00	4.20	4.20	10.67	89.42	15,299	171.09				
4	CP1-S/F	CONCRETO PATRON 1	28/03/2017	11/04/2017	14.00	4.20	4.25	10.73	90.43	17,150	189.65	189.10	21.10	13%	4%
5	CP1-S/F	CONCRETO PATRON 1	28/03/2017	11/04/2017	14.00	4.20	4.25	10.73	90.43	16,757	185.30				
6	CP1-S/F	CONCRETO PATRON 1	28/03/2017	11/04/2017	14.00	4.20	4.20	10.67	89.42	17,201	192.36				
7	CP1-S/F	CONCRETO PATRON 1	28/03/2017	18/04/2017	21.00	4.20	4.25	10.73	90.43	19,323	213.68	211.80	22.80	12%	5%
8	CP1-S/F	CONCRETO PATRON 1	28/03/2017	18/04/2017	21.00	4.20	4.20	10.67	89.42	18,419	205.98				
9	CP1-S/F	CONCRETO PATRON 1	28/03/2017	18/04/2017	21.00	4.20	4.25	10.73	90.43	19,510	215.75				
10	CP1-S/F	CONCRETO PATRON 1	28/03/2017	25/04/2017	28.00	4.25	4.25	10.80	91.61	22,791	248.78	254.61	44.61	21%	8%
11	CP1-S/F	CONCRETO PATRON 1	28/03/2017	25/04/2017	28.00	4.20	4.20	10.67	89.42	23,920	267.50				
12	CP1-S/F	CONCRETO PATRON 1	28/03/2017	25/04/2017	28.00	4.20	4.20	10.67	89.42	22,136	247.55				
13	CP2-S/F	CONCRETO PATRON 2	29/03/2017	05/04/2017	7.00	4.20	4.25	10.73	90.43	17,830	197.17	197.50	50.50	34%	5%
14	CP2-S/F	CONCRETO PATRON 2	29/03/2017	05/04/2017	7.00	4.25	4.20	10.73	90.43	17,410	192.52				
15	CP2-S/F	CONCRETO PATRON 2	29/03/2017	05/04/2017	7.00	4.20	4.25	10.73	90.43	18,340	202.81				
16	CP2-S/F	CONCRETO PATRON 2	29/03/2017	12/04/2017	14.00	4.25	4.25	10.80	91.61	20,690	225.85	231.68	63.68	38%	6%
17	CP2-S/F	CONCRETO PATRON 2	29/03/2017	12/04/2017	14.00	4.25	4.20	10.73	90.43	21,720	240.19				
18	CP2-S/F	CONCRETO PATRON 2	29/03/2017	12/04/2017	14.00	4.20	4.25	10.73	90.43	20,710	229.02				
19	CP2-S/F	CONCRETO PATRON 2	29/03/2017	19/04/2017	21.00	4.25	4.25	10.80	91.61	22,090	241.13	245.88	56.88	30%	4%
20	CP2-S/F	CONCRETO PATRON 2	29/03/2017	19/04/2017	21.00	4.20	4.25	10.73	90.43	22,690	250.91				
21	CP2-S/F	CONCRETO PATRON 2	29/03/2017	19/04/2017	21.00	4.20	4.25	10.73	90.43	22,210	245.60				
22	CP2-S/F	CONCRETO PATRON 2	29/03/2017	26/04/2017	28.00	4.25	4.20	10.73	90.43	24,820	274.47	269.50	59.50	28%	5%
23	CP2-S/F	CONCRETO PATRON 2	29/03/2017	26/04/2017	28.00	4.20	4.25	10.73	90.43	24,640	272.48				
24	CP2-S/F	CONCRETO PATRON 2	29/03/2017	26/04/2017	28.00	4.25	4.25	10.80	91.61	23,962	261.57				
25	CH-UF1	CHEMA FIBRA UF 1	30/03/2017	06/04/2017	7.00	4.20	4.25	10.73	90.43	20,200	223.38	211.37	64.37	44%	17%
26	CH-UF1	CHEMA FIBRA UF 1	30/03/2017	06/04/2017	7.00	4.25	4.20	10.73	90.43	20,152	222.85				
27	CH-UF1	CHEMA FIBRA UF 1	30/03/2017	06/04/2017	7.00	4.20	4.25	10.73	90.43	16,990	187.88				

N°	CODIGO	TIPO	FECHA DE VACEADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	D 1 (pulg)	D 2 (pulg)	D prom (cm)	AREA (cm2)	FUERZA (kgf)	f´c (kgf/cm2)	f´c prom (kgf/cm2)	Δ f´c prom (kgf/cm2)	Δ f´c prom (%)	Dispersión (%)
28	CH-UF1	CHEMA FIBRA UF 1	30/03/2017	13/04/2017	14.00	4.20	4.20	10.67	89.42	20,540	229.70				
29	CH-UF1	CHEMA FIBRA UF 1	30/03/2017	13/04/2017	14.00	4.25	4.20	10.73	90.43	21,300	235.54	232.49	64.49	38%	3%
30	CH-UF1	CHEMA FIBRA UF 1	30/03/2017	13/04/2017	14.00	4.20	4.20	10.67	89.42	20,765	232.22				
31	CH-UF1	CHEMA FIBRA UF 1	30/03/2017	20/04/2017	21.00	4.25	4.20	10.73	90.43	22,460	248.37				
32	CH-UF1	CHEMA FIBRA UF 1	30/03/2017	20/04/2017	21.00	4.20	4.20	10.67	89.42	21,580	241.33	242.80	53.80	28%	4%
33	CH-UF1	CHEMA FIBRA UF 1	30/03/2017	20/04/2017	21.00	4.20	4.20	10.67	89.42	21,345	238.70				
34	CH-UF1	CHEMA FIBRA UF 1	30/03/2017	27/04/2017	28.00	4.20	4.25	10.73	90.43	24,519	271.14				
35	CH-UF1	CHEMA FIBRA UF 1	30/03/2017	27/04/2017	28.00	4.25	4.20	10.73	90.43	26,219	289.94	285.18	75.18	36%	8%
36	CH-UF1	CHEMA FIBRA UF 1	30/03/2017	27/04/2017	28.00	4.20	4.25	10.73	90.43	26,629	294.47				
37	CH-UF2	CHEMA FIBRA UF 2	31/03/2017	07/04/2017	7.00	4.20	4.25	10.73	90.43	16,990	187.88				
38	CH-UF2	CHEMA FIBRA UF 2	31/03/2017	07/04/2017	7.00	4.25	4.25	10.80	91.61	20,130	219.74	207.63	60.63	41%	15%
39	CH-UF2	CHEMA FIBRA UF 2	31/03/2017	07/04/2017	7.00	4.20	4.25	10.73	90.43	19,467	215.27				
40	CH-UF2	CHEMA FIBRA UF 2	31/03/2017	14/04/2017	14.00	4.25	4.20	10.73	90.43	21,698	239.94				
41	CH-UF2	CHEMA FIBRA UF 2	31/03/2017	14/04/2017	14.00	4.20	4.20	10.67	89.42	21,016	235.03	235.33	67.33	40%	4%
42	CH-UF2	CHEMA FIBRA UF 2	31/03/2017	14/04/2017	14.00	4.20	4.25	10.73	90.43	20,890	231.01				
43	CH-UF2	CHEMA FIBRA UF 2	31/03/2017	21/04/2017	21.00	4.20	4.25	10.73	90.43	22,866	252.86				
44	CH-UF2	CHEMA FIBRA UF 2	31/03/2017	21/04/2017	21.00	4.25	4.20	10.73	90.43	22,430	248.04	255.36	66.36	35%	7%
45	CH-UF2	CHEMA FIBRA UF 2	31/03/2017	21/04/2017	21.00	4.20	4.25	10.73	90.43	23,980	265.18				
46	CH-UF2	CHEMA FIBRA UF 2	31/03/2017	28/04/2017	28.00	4.20	4.20	10.67	89.42	26,381	295.02				
47	CH-UF2	CHEMA FIBRA UF 2	31/03/2017	28/04/2017	28.00	4.25	4.20	10.73	90.43	25,383	280.69	288.99	78.99	38%	5%
48	CH-UF2	CHEMA FIBRA UF 2	31/03/2017	28/04/2017	28.00	4.25	4.25	10.80	91.61	26,681	291.25				
49	MGY-L1/0.10	MAGUEY (5.5cm) 0.10%	03/04/2017	10/04/2017	7.00	4.20	4.20	10.67	89.42	15,340	171.55				
50	MGY-L1/0.10	MAGUEY (5.5cm) 0.10%	03/04/2017	10/04/2017	7.00	4.25	4.25	10.80	91.61	16,730	182.62	178.37	31.37	21%	6%
51	MGY-L1/0.10	MAGUEY (5.5cm) 0.10%	03/04/2017	10/04/2017	7.00	4.25	4.20	10.73	90.43	16,362	180.94				
52	MGY-L1/0.10	MAGUEY (5.5cm) 0.10%	03/04/2017	17/04/2017	14.00	4.20	4.20	10.67	89.42	18,680	208.90				
53	MGY-L1/0.10	MAGUEY (5.5cm) 0.10%	03/04/2017	17/04/2017	14.00	4.20	4.20	10.67	89.42	20,068	224.42	214.48	46.48	28%	7%
54	MGY-L1/0.10	MAGUEY (5.5cm) 0.10%	03/04/2017	17/04/2017	14.00	4.20	4.25	10.73	90.43	19,000	210.11				
55	MGY-L1/0.10	MAGUEY (5.5cm) 0.10%	03/04/2017	24/04/2017	21.00	4.25	4.20	10.73	90.43	22,260	246.16				
56	MGY-L1/0.10	MAGUEY (5.5cm) 0.10%	03/04/2017	24/04/2017	21.00	4.20	4.20	10.67	89.42	21,960	245.58	244.78	55.78	30%	1%
57	MGY-L1/0.10	MAGUEY (5.5cm) 0.10%	03/04/2017	24/04/2017	21.00	4.25	4.20	10.73	90.43	21,938	242.60				

N°	CODIGO	TIPO	FECHA DE VACEADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	D 1 (pulg)	D 2 (pulg)	D prom (cm)	AREA (cm2)	FUERZA (kgf)	f´c (kgf/cm2)	f´c prom (kgf/cm2)	Δ f´c prom (kgf/cm2)	Δ f´c prom (%)	Dispersión (%)
58	MGY-L1/0.10	MAGUEY (5.5cm) 0.10%	03/04/2017	01/05/2017	28.00	4.25	4.25	10.80	91.61	25,822	281.87				
59	MGY-L1/0.10	MAGUEY (5.5cm) 0.10%	03/04/2017	01/05/2017	28.00	4.20	4.20	10.67	89.42	26,756	299.22	285.88	75.88	36%	**8%**
60	MGY-L1/0.10	MAGUEY (5.5cm) 0.10%	03/04/2017	01/05/2017	28.00	4.25	4.20	10.73	90.43	25,009	276.56				
61	MGY-L1/1.00	MAGUEY (5.5cm) 1.00%	05/04/2017	12/04/2017	7.00	4.20	4.20	10.67	89.42	10,010	111.94				
62	MGY-L1/1.00	MAGUEY (5.5cm) 1.00%	05/04/2017	12/04/2017	7.00	4.25	4.20	10.73	90.43	9,100	100.63	108.53	-38.47	-26%	**11%**
63	MGY-L1/1.00	MAGUEY (5.5cm) 1.00%	05/04/2017	12/04/2017	7.00	4.20	4.25	10.73	90.43	10,220	113.02				
64	MGY-L1/1.00	MAGUEY (5.5cm) 1.00%	05/04/2017	19/04/2017	14.00	4.25	4.25	10.80	91.61	12,110	132.19				
65	MGY-L1/1.00	MAGUEY (5.5cm) 1.00%	05/04/2017	19/04/2017	14.00	4.20	4.25	10.73	90.43	12,033	133.06	137.41	-30.59	-18%	**11%**
66	MGY-L1/1.00	MAGUEY (5.5cm) 1.00%	05/04/2017	19/04/2017	14.00	4.20	4.25	10.73	90.43	13,290	146.96				
67	MGY-L1/1.00	MAGUEY (5.5cm) 1.00%	05/04/2017	26/04/2017	21.00	4.25	4.20	10.73	90.43	14,947	165.29				
68	MGY-L1/1.00	MAGUEY (5.5cm) 1.00%	05/04/2017	26/04/2017	21.00	4.20	4.20	10.67	89.42	15,613	174.60	165.42	-23.58	-12%	**11%**
69	MGY-L1/1.00	MAGUEY (5.5cm) 1.00%	05/04/2017	26/04/2017	21.00	4.20	4.20	10.67	89.42	13,983	156.37				
70	MGY-L1/1.00	MAGUEY (5.5cm) 1.00%	05/04/2017	03/05/2017	28.00	4.25	4.25	10.80	91.61	18,957	206.93				
71	MGY-L1/1.00	MAGUEY (5.5cm) 1.00%	05/04/2017	03/05/2017	28.00	4.20	4.20	10.67	89.42	18,762	209.82	211.72	1.72	1%	**5%**
72	MGY-L1/1.00	MAGUEY (5.5cm) 1.00%	05/04/2017	03/05/2017	28.00	4.20	4.20	10.67	89.42	19,530	218.41				
73	MGY-L1/0.50	MAGUEY (5.5cm) 0.50%	07/04/2017	14/04/2017	7.00	4.20	4.25	10.73	90.43	13,116	145.04				
74	MGY-L1/0.50	MAGUEY (5.5cm) 0.50%	07/04/2017	14/04/2017	7.00	4.25	4.20	10.73	90.43	12,723	140.69	144.92	-2.08	-1%	**6%**
75	MGY-L1/0.50	MAGUEY (5.5cm) 0.50%	07/04/2017	14/04/2017	7.00	4.20	4.25	10.73	90.43	13,475	149.01				
76	MGY-L1/0.50	MAGUEY (5.5cm) 0.50%	07/04/2017	21/04/2017	14.00	4.20	4.25	10.73	90.43	15,006	165.94				
77	MGY-L1/0.50	MAGUEY (5.5cm) 0.50%	07/04/2017	21/04/2017	14.00	4.25	4.20	10.73	90.43	15,920	176.05	175.73	7.73	5%	**11%**
78	MGY-L1/0.50	MAGUEY (5.5cm) 0.50%	07/04/2017	21/04/2017	14.00	4.20	4.20	10.67	89.42	16,560	185.19				
79	MGY-L1/0.50	MAGUEY (5.5cm) 0.50%	07/04/2017	28/04/2017	21.00	4.25	4.20	10.73	90.43	18,061	199.72				
80	MGY-L1/0.50	MAGUEY (5.5cm) 0.50%	07/04/2017	28/04/2017	21.00	4.20	4.20	10.67	89.42	17,318	193.67	194.15	5.15	3%	**5%**
81	MGY-L1/0.50	MAGUEY (5.5cm) 0.50%	07/04/2017	28/04/2017	21.00	4.25	4.25	10.80	91.61	17,320	189.06				
82	MGY-L1/0.50	MAGUEY (5.5cm) 0.50%	07/04/2017	05/05/2017	28.00	4.20	4.20	10.67	89.42	20,519	229.47				
83	MGY-L1/0.50	MAGUEY (5.5cm) 0.50%	07/04/2017	05/05/2017	28.00	4.20	4.20	10.67	89.42	21,753	243.27	233.21	23.21	11%	**7%**
84	MGY-L1/0.50	MAGUEY (5.5cm) 0.50%	07/04/2017	05/05/2017	28.00	4.25	4.25	10.80	91.61	20,785	226.89				
85	CAZ-T4/0.10	CAÑA Az N°4 0.10%	10/04/2017	17/04/2017	7.00	4.20	4.20	10.67	89.42	6,650	74.37				
86	CAZ-T4/0.10	CAÑA Az N°4 0.10%	10/04/2017	17/04/2017	7.00	4.20	4.20	10.67	89.42	8,150	91.14	83.26	-63.74	-43%	**20%**
87	CAZ-T4/0.10	CAÑA Az N°4 0.10%	10/04/2017	17/04/2017	7.00	4.25	4.20	10.73	90.43	7,620	84.26				

N°	CODIGO	TIPO	FECHA DE VACEADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	D 1 (pulg)	D 2 (pulg)	D prom (cm)	AREA (cm2)	FUERZA (kgf)	f´c (kgf/cm2)	f´c prom (kgf/cm2)	Δ f´c prom (kgf/cm2)	Δ f´c prom (%)	Dispersión (%)
88	CAZ-T4/0.10	CAÑA Az N°4 0.10%	10/04/2017	24/04/2017	14.00	4.20	4.25	10.73	90.43	10,208	112.88				
89	CAZ-T4/0.10	CAÑA Az N°4 0.10%	10/04/2017	24/04/2017	14.00	4.25	4.25	10.80	91.61	10,379	113.30	114.72	-53.28	-32%	4%
90	CAZ-T4/0.10	CAÑA Az N°4 0.10%	10/04/2017	24/04/2017	14.00	4.20	4.20	10.67	89.42	10,551	117.99				
91	CAZ-T4/0.10	CAÑA Az N°4 0.10%	10/04/2017	01/05/2017	21.00	4.25	4.25	10.80	91.61	11,597	126.59				
92	CAZ-T4/0.10	CAÑA Az N°4 0.10%	10/04/2017	01/05/2017	21.00	4.20	4.20	10.67	89.42	11,867	132.71	132.09	-56.91	-30%	8%
93	CAZ-T4/0.10	CAÑA Az N°4 0.10%	10/04/2017	01/05/2017	21.00	4.20	4.25	10.73	90.43	12,387	136.98				
94	CAZ-T4/0.10	CAÑA Az N°4 0.10%	10/04/2017	08/05/2017	28.00	4.20	4.25	10.73	90.43	13,109	144.96				
95	CAZ-T4/0.10	CAÑA Az N°4 0.10%	10/04/2017	08/05/2017	28.00	4.20	4.20	10.67	89.42	13,078	146.25	145.28	-64.72	-31%	1%
96	CAZ-T4/0.10	CAÑA Az N°4 0.10%	10/04/2017	08/05/2017	28.00	4.25	4.25	10.80	91.61	13,248	144.61				
97	CAZ-T4/0.50	CAÑA Az N°4 0.50%	12/04/2017	19/04/2017	7.00	4.25	4.20	10.73	90.43	4,684	51.80				
98	CAZ-T4/0.50	CAÑA Az N°4 0.50%	12/04/2017	19/04/2017	7.00	4.20	4.20	10.67	89.42	4,577	51.19	51.99	-95.01	-65%	3%
99	CAZ-T4/0.50	CAÑA Az N°4 0.50%	12/04/2017	19/04/2017	7.00	4.25	4.20	10.73	90.43	4,791	52.98				
100	CAZ-T4/0.50	CAÑA Az N°4 0.50%	12/04/2017	26/04/2017	14.00	4.25	4.25	10.80	91.61	6,515	71.12				
101	CAZ-T4/0.50	CAÑA Az N°4 0.50%	12/04/2017	26/04/2017	14.00	4.20	4.20	10.67	89.42	6,454	72.18	72.48	-95.52	-57%	4%
102	CAZ-T4/0.50	CAÑA Az N°4 0.50%	12/04/2017	26/04/2017	14.00	4.25	4.25	10.80	91.61	6,793	74.15				
103	CAZ-T4/0.50	CAÑA Az N°4 0.50%	12/04/2017	03/05/2017	21.00	4.25	4.20	10.73	90.43	8,544	94.48				
104	CAZ-T4/0.50	CAÑA Az N°4 0.50%	12/04/2017	03/05/2017	21.00	4.20	4.20	10.67	89.42	8,645	96.68	96.36	-92.64	-49%	4%
105	CAZ-T4/0.50	CAÑA Az N°4 0.50%	12/04/2017	03/05/2017	21.00	4.20	4.20	10.67	89.42	8,757	97.93				
106	CAZ-T4/0.50	CAÑA Az N°4 0.50%	12/04/2017	10/05/2017	28.00	4.25	4.20	10.73	90.43	9,897	109.44				
107	CAZ-T4/0.50	CAÑA Az N°4 0.50%	12/04/2017	10/05/2017	28.00	4.25	4.25	10.80	91.61	10,618	115.90	116.34	-93.66	-45%	12%
108	CAZ-T4/0.50	CAÑA Az N°4 0.50%	12/04/2017	10/05/2017	28.00	4.20	4.20	10.67	89.42	11,059	123.67				
109	CAZ-T4/1.00	CAÑA Az N°4 1.00%	20/04/2017	27/04/2017	7.00	4.25	4.20	10.73	90.43	2,464	27.25				
110	CAZ-T4/1.00	CAÑA Az N°4 1.00%	20/04/2017	27/04/2017	7.00	4.20	4.25	10.73	90.43	2,500	27.65	27.59	-119.41	-81%	2%
111	CAZ-T4/1.00	CAÑA Az N°4 1.00%	20/04/2017	27/04/2017	7.00	4.20	4.20	10.67	89.42	2,493	27.88				
112	CAZ-T4/1.00	CAÑA Az N°4 1.00%	20/04/2017	04/05/2017	14.00	4.20	4.20	10.67	89.42	3,159	35.33				
113	CAZ-T4/1.00	CAÑA Az N°4 1.00%	20/04/2017	04/05/2017	14.00	4.25	4.20	10.73	90.43	3,078	34.04	35.06	-132.94	-79%	5%
114	CAZ-T4/1.00	CAÑA Az N°4 1.00%	20/04/2017	04/05/2017	14.00	4.25	4.20	10.73	90.43	3,240	35.83				
115	CAZ-T4/1.00	CAÑA Az N°4 1.00%	20/04/2017	11/05/2017	21.00	4.20	4.20	10.67	89.42	3,280	36.68				
116	CAZ-T4/1.00	CAÑA Az N°4 1.00%	20/04/2017	11/05/2017	21.00	4.25	4.25	10.80	91.61	3,270	35.69	36.36	-152.64	-81%	3%
117	CAZ-T4/1.00	CAÑA Az N°4 1.00%	20/04/2017	11/05/2017	21.00	4.20	4.25	10.73	90.43	3,320	36.71				

N°	CODIGO	TIPO	FECHA DE VACEADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	D 1 (pulg)	D 2 (pulg)	D prom (cm)	AREA (cm2)	FUERZA (kgf)	f´c (kgf/cm2)	f´c prom (kgf/cm2)	Δ f´c prom (kgf/cm2)	Δ f´c prom (%)	Dispersión (%)
118	CAZ-T4/1.00	CAÑA Az N°4 1.00%	20/04/2017	18/05/2017	28.00	4.25	4.20	10.73	90.43	3,874	42.84				
119	CAZ-T4/1.00	CAÑA Az N°4 1.00%	20/04/2017	18/05/2017	28.00	4.20	4.20	10.67	89.42	3,852	43.08	42.96	-167.04	-80%	1%
120	CAZ-T4/1.00	CAÑA Az N°4 1.00%	20/04/2017	18/05/2017	28.00	4.25	4.20	10.73	90.43	3,884	42.95				
121	MGY-L2/0.10	MAGUEY (10cm) 0.10%	24/04/2017	01/05/2017	7.00	4.25	4.20	10.73	90.43	15,716	173.79				
122	MGY-L2/0.10	MAGUEY (10cm) 0.10%	24/04/2017	01/05/2017	7.00	4.20	4.20	10.67	89.42	15,292	171.01	170.64	23.64	16%	4%
123	MGY-L2/0.10	MAGUEY (10cm) 0.10%	24/04/2017	01/05/2017	7.00	4.20	4.25	10.73	90.43	15,112	167.11				
124	MGY-L2/0.10	MAGUEY (10cm) 0.10%	24/04/2017	08/05/2017	14.00	4.20	4.20	10.67	89.42	18,440	206.22				
125	MGY-L2/0.10	MAGUEY (10cm) 0.10%	24/04/2017	08/05/2017	14.00	4.20	4.25	10.73	90.43	17,785	196.67	202.36	34.36	20%	5%
126	MGY-L2/0.10	MAGUEY (10cm) 0.10%	24/04/2017	08/05/2017	14.00	4.20	4.25	10.73	90.43	18,466	204.20				
127	MGY-L2/0.10	MAGUEY (10cm) 0.10%	24/04/2017	15/05/2017	21.00	4.25	4.20	10.73	90.43	20,568	227.45				
128	MGY-L2/0.10	MAGUEY (10cm) 0.10%	24/04/2017	15/05/2017	21.00	4.25	4.25	10.80	91.61	21,359	233.15	233.39	44.39	23%	5%
129	MGY-L2/0.10	MAGUEY (10cm) 0.10%	24/04/2017	15/05/2017	21.00	4.25	4.25	10.80	91.61	21,947	239.57				
130	MGY-L2/0.10	MAGUEY (10cm) 0.10%	24/04/2017	22/05/2017	28.00	4.20	4.20	10.67	89.42	24,744	276.72				
131	MGY-L2/0.10	MAGUEY (10cm) 0.10%	24/04/2017	22/05/2017	28.00	4.20	4.20	10.67	89.42	26,513	296.50	285.52	75.52	36%	7%
132	MGY-L2/0.10	MAGUEY (10cm) 0.10%	24/04/2017	22/05/2017	28.00	4.25	4.20	10.73	90.43	25,623	283.35				
133	MGY-L2/0.50	MAGUEY (10cm) 0.50%	25/04/2017	02/05/2017	7.00	4.20	4.25	10.73	90.43	12,948	143.18				
134	MGY-L2/0.50	MAGUEY (10cm) 0.50%	25/04/2017	02/05/2017	7.00	4.25	4.25	10.80	91.61	12,433	135.72	136.86	-10.14	-7%	8%
135	MGY-L2/0.50	MAGUEY (10cm) 0.50%	25/04/2017	02/05/2017	7.00	4.25	4.20	10.73	90.43	11,909	131.69				
136	MGY-L2/0.50	MAGUEY (10cm) 0.50%	25/04/2017	09/05/2017	14.00	4.20	4.20	10.67	89.42	13,547	151.50				
137	MGY-L2/0.50	MAGUEY (10cm) 0.50%	25/04/2017	09/05/2017	14.00	4.25	4.20	10.73	90.43	14,218	157.23	153.95	-14.05	-8%	4%
138	MGY-L2/0.50	MAGUEY (10cm) 0.50%	25/04/2017	09/05/2017	14.00	4.20	4.25	10.73	90.43	13,846	153.11				
139	MGY-L2/0.50	MAGUEY (10cm) 0.50%	25/04/2017	16/05/2017	21.00	4.20	4.20	10.67	89.42	16,535	184.91				
140	MGY-L2/0.50	MAGUEY (10cm) 0.50%	25/04/2017	16/05/2017	21.00	4.20	4.20	10.67	89.42	17,640	197.27	184.54	-4.46	-2%	14%
141	MGY-L2/0.50	MAGUEY (10cm) 0.50%	25/04/2017	16/05/2017	21.00	4.25	4.25	10.80	91.61	15,706	171.44				
142	MGY-L2/0.50	MAGUEY (10cm) 0.50%	25/04/2017	23/05/2017	28.00	4.25	4.20	10.73	90.43	20,818	230.21				
143	MGY-L2/0.50	MAGUEY (10cm) 0.50%	25/04/2017	23/05/2017	28.00	4.20	4.20	10.67	89.42	19,437	217.37	228.14	18.14	9%	9%
144	MGY-L2/0.50	MAGUEY (10cm) 0.50%	25/04/2017	23/05/2017	28.00	4.20	4.25	10.73	90.43	21,417	236.84				
145	MGY-L2/1.00	MAGUEY (10cm) 1.00%	28/04/2017	05/05/2017	7.00	4.25	4.20	10.73	90.43	10,180	112.57				
146	MGY-L2/1.00	MAGUEY (10cm) 1.00%	28/04/2017	05/05/2017	7.00	4.20	4.20	10.67	89.42	9,515	106.41	108.60	-38.40	-26%	6%
147	MGY-L2/1.00	MAGUEY (10cm) 1.00%	28/04/2017	05/05/2017	7.00	4.25	4.20	10.73	90.43	9,659	106.81				

N°	CODIGO	TIPO	FECHA DE VACEADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	D 1 (pulg)	D 2 (pulg)	D prom (cm)	AREA (cm2)	FUERZA (kgf)	f´c (kgf/cm2)	f´c prom (kgf/cm2)	Δ f´c prom (kgf/cm2)	Δ f´c prom (%)	Dispersión (%)
148	MGY-L2/1.00	MAGUEY (10cm) 1.00%	28/04/2017	12/05/2017	14.00	4.20	4.25	10.73	90.43	11,229	124.17				
149	MGY-L2/1.00	MAGUEY (10cm) 1.00%	28/04/2017	12/05/2017	14.00	4.20	4.20	10.67	89.42	11,627	130.03	124.70	-43.30	-26%	**8%**
150	MGY-L2/1.00	MAGUEY (10cm) 1.00%	28/04/2017	12/05/2017	14.00	4.20	4.20	10.67	89.42	10,722	119.91				
151	MGY-L2/1.00	MAGUEY (10cm) 1.00%	28/04/2017	19/05/2017	21.00	4.20	4.25	10.73	90.43	13,287	146.93				
152	MGY-L2/1.00	MAGUEY (10cm) 1.00%	28/04/2017	19/05/2017	21.00	4.25	4.25	10.80	91.61	13,090	142.89	147.50	-41.50	-22%	**7%**
153	MGY-L2/1.00	MAGUEY (10cm) 1.00%	28/04/2017	19/05/2017	21.00	4.20	4.20	10.67	89.42	13,653	152.68				
154	MGY-L2/1.00	MAGUEY (10cm) 1.00%	28/04/2017	26/05/2017	28.00	4.20	4.20	10.67	89.42	18,163	203.12				
155	MGY-L2/1.00	MAGUEY (10cm) 1.00%	28/04/2017	26/05/2017	28.00	4.20	4.25	10.73	90.43	19,061	210.78	207.86	-2.14	-1%	**4%**
156	MGY-L2/1.00	MAGUEY (10cm) 1.00%	28/04/2017	26/05/2017	28.00	4.25	4.20	10.73	90.43	18,960	209.66				
157	CAZ-T8/0.10	CAÑA Az N°8 0.10%	08/05/2017	15/05/2017	7.00	4.20	4.25	10.73	90.43	14,674	162.27				
158	CAZ-T8/0.10	CAÑA Az N°8 0.10%	08/05/2017	15/05/2017	7.00	4.25	4.25	10.80	91.61	13,475	147.09	157.46	10.46	7%	**10%**
159	CAZ-T8/0.10	CAÑA Az N°8 0.10%	08/05/2017	15/05/2017	7.00	4.20	4.20	10.67	89.42	14,578	163.03				
160	CAZ-T8/0.10	CAÑA Az N°8 0.10%	08/05/2017	22/05/2017	14.00	4.20	4.25	10.73	90.43	17,626	194.91				
161	CAZ-T8/0.10	CAÑA Az N°8 0.10%	08/05/2017	22/05/2017	14.00	4.20	4.25	10.73	90.43	17,369	192.07	198.54	30.54	18%	**8%**
162	CAZ-T8/0.10	CAÑA Az N°8 0.10%	08/05/2017	22/05/2017	14.00	4.20	4.25	10.73	90.43	18,867	208.64				
163	CAZ-T8/0.10	CAÑA Az N°8 0.10%	08/05/2017	29/05/2017	21.00	4.25	4.25	10.80	91.61	22,158	241.87				
164	CAZ-T8/0.10	CAÑA Az N°8 0.10%	08/05/2017	29/05/2017	21.00	4.25	4.20	10.73	90.43	21,887	242.03	243.77	54.77	29%	**2%**
165	CAZ-T8/0.10	CAÑA Az N°8 0.10%	08/05/2017	29/05/2017	21.00	4.20	4.25	10.73	90.43	22,374	247.42				
166	CAZ-T8/0.10	CAÑA Az N°8 0.10%	08/05/2017	05/06/2017	28.00	4.20	4.25	10.73	90.43	25,294	279.71				
167	CAZ-T8/0.10	CAÑA Az N°8 0.10%	08/05/2017	05/06/2017	28.00	4.25	4.25	10.80	91.61	24,794	270.65	277.89	67.89	32%	**5%**
168	CAZ-T8/0.10	CAÑA Az N°8 0.10%	08/05/2017	05/06/2017	28.00	4.20	4.25	10.73	90.43	25,621	283.32				
169	CAZ-T8/0.50	CAÑA Az N°8 0.50%	09/05/2017	16/05/2017	7.00	4.20	4.20	10.67	89.42	10,815	120.95				
170	CAZ-T8/0.50	CAÑA Az N°8 0.50%	09/05/2017	16/05/2017	7.00	4.25	4.20	10.73	90.43	10,790	119.32	116.36	-30.64	-21%	**10%**
171	CAZ-T8/0.50	CAÑA Az N°8 0.50%	09/05/2017	16/05/2017	7.00	4.25	4.20	10.73	90.43	9,840	108.81				
172	CAZ-T8/0.50	CAÑA Az N°8 0.50%	09/05/2017	23/05/2017	14.00	4.20	4.25	10.73	90.43	13,240	146.41				
173	CAZ-T8/0.50	CAÑA Az N°8 0.50%	09/05/2017	23/05/2017	14.00	4.25	4.25	10.80	91.61	12,680	138.41	143.07	-24.93	-15%	**6%**
174	CAZ-T8/0.50	CAÑA Az N°8 0.50%	09/05/2017	23/05/2017	14.00	4.20	4.25	10.73	90.43	13,056	144.38				
175	CAZ-T8/0.50	CAÑA Az N°8 0.50%	09/05/2017	30/05/2017	21.00	4.25	4.25	10.80	91.61	15,561	169.86				
176	CAZ-T8/0.50	CAÑA Az N°8 0.50%	09/05/2017	30/05/2017	21.00	4.20	4.25	10.73	90.43	14,647	161.97	170.68	-18.32	-10%	**11%**
177	CAZ-T8/0.50	CAÑA Az N°8 0.50%	09/05/2017	30/05/2017	21.00	4.20	4.25	10.73	90.43	16,296	180.21				

N°	CODIGO	TIPO	FECHA DE VACEADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	D 1 (pulg)	D 2 (pulg)	D prom (cm)	AREA (cm2)	FUERZA (kgf)	f´c (kgf/cm2)	f´c prom (kgf/cm2)	Δ f´c prom (kgf/cm2)	Δ f´c prom (%)	Dispersión (%)
178	CAZ-T8/0.50	CAÑA Az N°8 0.50%	09/05/2017	06/06/2017	28.00	4.25	4.25	10.80	91.61	20,018	218.51				
179	CAZ-T8/0.50	CAÑA Az N°8 0.50%	09/05/2017	06/06/2017	28.00	4.20	4.20	10.67	89.42	20,239	226.34	220.52	10.52	5%	4%
180	CAZ-T8/0.50	CAÑA Az N°8 0.50%	09/05/2017	06/06/2017	28.00	4.20	4.20	10.67	89.42	19,378	216.71				
181	CAZ-T8/1.00	CAÑA Az N°8 1.00%	10/05/2017	17/05/2017	7.00	4.20	4.25	10.73	90.43	6,358	70.31				
182	CAZ-T8/1.00	CAÑA Az N°8 1.00%	10/05/2017	17/05/2017	7.00	4.20	4.25	10.73	90.43	6,355	70.28	70.22	-76.78	-52%	0%
183	CAZ-T8/1.00	CAÑA Az N°8 1.00%	10/05/2017	17/05/2017	7.00	4.25	4.20	10.73	90.43	6,338	70.09				
184	CAZ-T8/1.00	CAÑA Az N°8 1.00%	10/05/2017	24/05/2017	14.00	4.25	4.25	10.80	91.61	8,366	91.32				
185	CAZ-T8/1.00	CAÑA Az N°8 1.00%	10/05/2017	24/05/2017	14.00	4.20	4.25	10.73	90.43	8,473	93.70	93.20	-74.80	-45%	3%
186	CAZ-T8/1.00	CAÑA Az N°8 1.00%	10/05/2017	24/05/2017	14.00	4.20	4.20	10.67	89.42	8,457	94.58				
187	CAZ-T8/1.00	CAÑA Az N°8 1.00%	10/05/2017	31/05/2017	21.00	4.25	4.20	10.73	90.43	10,010	110.69				
188	CAZ-T8/1.00	CAÑA Az N°8 1.00%	10/05/2017	31/05/2017	21.00	4.20	4.25	10.73	90.43	9,988	110.45	110.49	-78.51	-42%	0%
189	CAZ-T8/1.00	CAÑA Az N°8 1.00%	10/05/2017	31/05/2017	21.00	4.25	4.20	10.73	90.43	9,978	110.34				
190	CAZ-T8/1.00	CAÑA Az N°8 1.00%	10/05/2017	07/06/2017	28.00	4.25	4.20	10.73	90.43	10,958	121.18				
191	CAZ-T8/1.00	CAÑA Az N°8 1.00%	10/05/2017	07/06/2017	28.00	4.20	4.25	10.73	90.43	10,970	121.31	123.03	-86.97	-41%	4%
192	CAZ-T8/1.00	CAÑA Az N°8 1.00%	10/05/2017	07/06/2017	28.00	4.20	4.20	10.67	89.42	11,320	126.59				
193	MGY-L1/0.10 (CH-PLAST)	MAGUEY (5.5cm + Adt) 0.10%	11/05/2017	18/05/2017	7.00	4.20	4.25	10.73	90.43	16,250	179.70				
194	MGY-L1/0.10 (CH-PLAST)	MAGUEY (5.5cm + Adt) 0.10%	11/05/2017	18/05/2017	7.00	4.25	4.25	10.80	91.61	16,030	174.98	179.28	32.28	22%	5%
195	MGY-L1/0.10 (CH-PLAST)	MAGUEY (5.5cm + Adt) 0.10%	11/05/2017	18/05/2017	7.00	4.25	4.25	10.80	91.61	16,780	183.17				
196	MGY-L1/0.10 (CH-PLAST)	MAGUEY (5.5cm + Adt) 0.10%	11/05/2017	25/05/2017	14.00	4.20	4.20	10.67	89.42	20,700	231.49				
197	MGY-L1/0.10 (CH-PLAST)	MAGUEY (5.5cm + Adt) 0.10%	11/05/2017	25/05/2017	14.00	4.20	4.25	10.73	90.43	19,820	219.18	222.29	54.29	32%	7%
198	MGY-L1/0.10 (CH-PLAST)	MAGUEY (5.5cm + Adt) 0.10%	11/05/2017	25/05/2017	14.00	4.20	4.25	10.73	90.43	19,550	216.19				
199	MGY-L1/0.10 (CH-PLAST)	MAGUEY (5.5cm + Adt) 0.10%	11/05/2017	01/06/2017	21.00	4.20	4.20	10.67	89.42	21,850	244.35				
200	MGY-L1/0.10 (CH-PLAST)	MAGUEY (5.5cm + Adt) 0.10%	11/05/2017	01/06/2017	21.00	4.25	4.20	10.73	90.43	22,150	244.94	242.72	53.72	28%	3%
201	MGY-L1/0.10 (CH-PLAST)	MAGUEY (5.5cm + Adt) 0.10%	11/05/2017	01/06/2017	21.00	4.20	4.25	10.73	90.43	21,600	238.86				
202	MGY-L1/0.10 (CH-PLAST)	MAGUEY (5.5cm + Adt) 0.10%	11/05/2017	08/06/2017	28.00	4.25	4.20	10.73	90.43	27,655	305.82				
203	MGY-L1/0.10 (CH-PLAST)	MAGUEY (5.5cm + Adt) 0.10%	11/05/2017	08/06/2017	28.00	4.25	4.25	10.80	91.61	25,980	283.59	291.25	81.25	39%	8%
204	MGY-L1/0.10 (CH-PLAST)	MAGUEY (5.5cm + Adt) 0.10%	11/05/2017	08/06/2017	28.00	4.25	4.20	10.73	90.43	25,712	284.33				
205	MGY-L1/0.50 (CH-PLAST)	MAGUEY (5.5cm + Adt) 0.50%	12/05/2017	19/05/2017	7.00	4.20	4.25	10.73	90.43	14,226	157.32				
206	MGY-L1/0.50 (CH-PLAST)	MAGUEY (5.5cm + Adt) 0.50%	12/05/2017	19/05/2017	7.00	4.25	4.20	10.73	90.43	13,260	146.63	151.10	4.10	3%	7%
207	MGY-L1/0.50 (CH-PLAST)	MAGUEY (5.5cm + Adt) 0.50%	12/05/2017	19/05/2017	7.00	4.25	4.25	10.80	91.61	13,683	149.36				

N°	CODIGO	TIPO	FECHA DE VACEADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	D 1 (pulg)	D 2 (pulg)	D prom (cm)	AREA (cm2)	FUERZA (kgf)	f´c (kgf/cm2)	f´c prom (kgf/cm2)	Δ f´c prom (kgf/cm2)	Δ f´c prom (%)	Dispersión (%)
208	MGY-L1/0.50 (CH-PLAST)	MAGUEY (5.5cm + Adt) 0.50%	12/05/2017	26/05/2017	14.00	4.20	4.25	10.73	90.43	17,932	198.30				
209	MGY-L1/0.50 (CH-PLAST)	MAGUEY (5.5cm + Adt) 0.50%	12/05/2017	26/05/2017	14.00	4.25	4.25	10.80	91.61	16,970	185.24	192.37	24.37	15%	**7%**
210	MGY-L1/0.50 (CH-PLAST)	MAGUEY (5.5cm + Adt) 0.50%	12/05/2017	26/05/2017	14.00	4.20	4.25	10.73	90.43	17,505	193.58				
211	MGY-L1/0.50 (CH-PLAST)	MAGUEY (5.5cm + Adt) 0.50%	12/05/2017	02/06/2017	21.00	4.20	4.25	10.73	90.43	20,945	231.62				
212	MGY-L1/0.50 (CH-PLAST)	MAGUEY (5.5cm + Adt) 0.50%	12/05/2017	02/06/2017	21.00	4.25	4.25	10.80	91.61	19,208	209.67	218.60	29.60	16%	**10%**
213	MGY-L1/0.50 (CH-PLAST)	MAGUEY (5.5cm + Adt) 0.50%	12/05/2017	02/06/2017	21.00	4.25	4.25	10.80	91.61	19,652	214.52				
214	MGY-L1/0.50 (CH-PLAST)	MAGUEY (5.5cm + Adt) 0.50%	12/05/2017	09/06/2017	28.00	4.20	4.20	10.67	89.42	22,855	255.59				
215	MGY-L1/0.50 (CH-PLAST)	MAGUEY (5.5cm + Adt) 0.50%	12/05/2017	09/06/2017	28.00	4.20	4.25	10.73	90.43	21,005	232.28	245.38	35.38	17%	**10%**
216	MGY-L1/0.50 (CH-PLAST)	MAGUEY (5.5cm + Adt) 0.50%	12/05/2017	09/06/2017	28.00	4.20	4.25	10.73	90.43	22,451	248.27				
217	MGY-L1/1.00 (CH-PLAST)	MAGUEY (5.5cm + Adt) 1.00%	15/05/2017	22/05/2017	7.00	4.20	4.25	10.73	90.43	10,096	111.64				
218	MGY-L1/1.00 (CH-PLAST)	MAGUEY (5.5cm + Adt) 1.00%	15/05/2017	22/05/2017	7.00	4.20	4.20	10.67	89.42	10,780	120.55	115.38	-31.62	-22%	**8%**
219	MGY-L1/1.00 (CH-PLAST)	MAGUEY (5.5cm + Adt) 1.00%	15/05/2017	22/05/2017	7.00	4.25	4.25	10.80	91.61	10,438	113.94				
220	MGY-L1/1.00 (CH-PLAST)	MAGUEY (5.5cm + Adt) 1.00%	15/05/2017	29/05/2017	14.00	4.20	4.25	10.73	90.43	13,300	147.08				
221	MGY-L1/1.00 (CH-PLAST)	MAGUEY (5.5cm + Adt) 1.00%	15/05/2017	29/05/2017	14.00	4.20	4.25	10.73	90.43	12,806	141.61	144.47	-23.53	-14%	**4%**
222	MGY-L1/1.00 (CH-PLAST)	MAGUEY (5.5cm + Adt) 1.00%	15/05/2017	29/05/2017	14.00	4.25	4.20	10.73	90.43	13,087	144.72				
223	MGY-L1/1.00 (CH-PLAST)	MAGUEY (5.5cm + Adt) 1.00%	15/05/2017	05/06/2017	21.00	4.25	4.25	10.80	91.61	17,055	186.17				
224	MGY-L1/1.00 (CH-PLAST)	MAGUEY (5.5cm + Adt) 1.00%	15/05/2017	05/06/2017	21.00	4.20	4.20	10.67	89.42	17,330	193.80	196.67	7.67	4%	**12%**
225	MGY-L1/1.00 (CH-PLAST)	MAGUEY (5.5cm + Adt) 1.00%	15/05/2017	05/06/2017	21.00	4.20	4.20	10.67	89.42	18,781	210.03				
226	MGY-L1/1.00 (CH-PLAST)	MAGUEY (5.5cm + Adt) 1.00%	15/05/2017	12/06/2017	28.00	4.25	4.25	10.80	91.61	20,799	227.04				
227	MGY-L1/1.00 (CH-PLAST)	MAGUEY (5.5cm + Adt) 1.00%	15/05/2017	12/06/2017	28.00	4.20	4.25	10.73	90.43	20,136	222.67	226.68	16.68	8%	**3%**
228	MGY-L1/1.00 (CH-PLAST)	MAGUEY (5.5cm + Adt) 1.00%	15/05/2017	12/06/2017	28.00	4.25	4.25	10.80	91.61	21,101	230.34				

(*) Valores Interpolados: Corresponde a ensayos postergados por Feriados del 13 y 14 de Abril (Semana Santa), 01 de Mayo (Día del Trabajo).

ANEXO 12 – RESULTADOS DE ENSAYOS A TRACCIÓN INDIRECTA

RESPONSABLES :			RESULTADOS DE ENSAYOS A TRACCIÓN INDIRECTA DEL CONCRETO ENDURECIDO				LIMITES DE RESISTENCIA DEL CONCRETO A ENSAYOS DE COMPRESION				"La resistencia a la tracción del concreto endurecido, puede ser equivalente a $T = 1.5 \times \sqrt{f'c}$"				*f'c = 210 kgf/cm2*	
BACH: HERRERA LAZARTE, SERGIO RENATO															T	21.74
BACH: POLO ROCA, MELVIN EUSEBIO																
N°	CODIGO	TIPO	FECHA DE VACEADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	D 1 (pulg)	D 2 (pulg)	Dprom (cm)	AREA (cm2)	H 1 (pulg)	H 2 (pulg)	Hprom (cm)	FUERZA (kgf)	TRACCIÓN (kgf/cm2)	TRACCIÓN prom (kgf/cm2)	Dispersión (%)
1	CP1-S/F	CONCRETO PATRON 1	28/03/2017	04/04/2017	7.00	4.20	4.25	10.73	90.43	8.25	8.20	20.89	9,310	26.44		
2	CP1-S/F	CONCRETO PATRON 1	28/03/2017	04/04/2017	7.00	4.25	4.20	10.73	90.43	8.20	8.20	20.83	9,510	27.09	27.41	8%
3	CP1-S/F	CONCRETO PATRON 1	28/03/2017	04/04/2017	7.00	4.20	4.25	10.73	90.43	8.20	8.20	20.83	10,079	28.71		
4	CP1-S/F	CONCRETO PATRON 1	28/03/2017	11/04/2017	14.00	4.20	4.25	10.73	90.43	8.10	8.10	20.57	10,699	30.86		
5	CP1-S/F	CONCRETO PATRON 1	28/03/2017	11/04/2017	14.00	4.25	4.20	10.73	90.43	8.15	8.15	20.70	10,840	31.07	31.03	1%
6	CP1-S/F	CONCRETO PATRON 1	28/03/2017	11/04/2017	14.00	4.20	4.25	10.73	90.43	8.15	8.20	20.76	10,901	31.15		
7	CP1-S/F	CONCRETO PATRON 1	28/03/2017	18/04/2017	21.00	4.20	4.20	10.67	89.42	8.10	8.20	20.70	12,089	34.84		
8	CP1-S/F	CONCRETO PATRON 1	28/03/2017	18/04/2017	21.00	4.20	4.25	10.73	90.43	8.20	8.20	20.83	12,128	34.54	35.58	8%
9	CP1-S/F	CONCRETO PATRON 1	28/03/2017	18/04/2017	21.00	4.20	4.20	10.67	89.42	8.10	8.10	20.57	12,878	37.35		
10	CP1-S/F	CONCRETO PATRON 1	28/03/2017	25/04/2017	28.00	4.20	4.25	10.73	90.43	8.10	8.10	20.57	12,840	37.03		
11	CP1-S/F	CONCRETO PATRON 1	28/03/2017	25/04/2017	28.00	4.20	4.25	10.73	90.43	8.10	8.10	20.57	12,510	36.08	36.93	4%
12	CP1-S/F	CONCRETO PATRON 1	28/03/2017	25/04/2017	28.00	4.25	4.25	10.80	91.61	8.10	8.10	20.57	13,151	37.69		
13	CP2-S/F	CONCRETO PATRON 2	29/03/2017	05/04/2017	7.00	4.20	4.20	10.67	89.42	8.10	8.10	20.57	9,390	27.24		
14	CP2-S/F	CONCRETO PATRON 2	29/03/2017	05/04/2017	7.00	4.20	4.25	10.73	90.43	8.10	8.10	20.57	9,650	27.83	28.20	8%
15	CP2-S/F	CONCRETO PATRON 2	29/03/2017	05/04/2017	7.00	4.25	4.25	10.80	91.61	8.10	8.10	20.57	10,300	29.52		
16	CP2-S/F	CONCRETO PATRON 2	29/03/2017	12/04/2017	14.00	4.20	4.25	10.73	90.43	8.10	8.20	20.70	10,400	29.81		
17	CP2-S/F	CONCRETO PATRON 2	29/03/2017	12/04/2017	14.00	4.25	4.20	10.73	90.43	8.10	8.10	20.57	10,439	30.11	30.21	3%
18	CP2-S/F	CONCRETO PATRON 2	29/03/2017	12/04/2017	14.00	4.20	4.20	10.67	89.42	8.20	8.10	20.70	10,650	30.70		
19	CP2-S/F	CONCRETO PATRON 2	29/03/2017	19/04/2017	21.00	4.25	4.25	10.80	91.61	8.20	8.10	20.70	11,866	33.79		
20	CP2-S/F	CONCRETO PATRON 2	29/03/2017	19/04/2017	21.00	4.25	4.20	10.73	90.43	8.10	8.15	20.64	11,375	32.70	33.17	3%
21	CP2-S/F	CONCRETO PATRON 2	29/03/2017	19/04/2017	21.00	4.20	4.25	10.73	90.43	8.20	8.15	20.76	11,554	33.02		
22	CP2-S/F	CONCRETO PATRON 2	29/03/2017	26/04/2017	28.00	4.20	4.25	10.73	90.43	8.10	8.10	20.57	11,730	33.83		
23	CP2-S/F	CONCRETO PATRON 2	29/03/2017	26/04/2017	28.00	4.25	4.20	10.73	90.43	8.10	8.10	20.57	11,934	34.42	34.53	4%
24	CP2-S/F	CONCRETO PATRON 2	29/03/2017	26/04/2017	28.00	4.20	4.25	10.73	90.43	8.20	8.10	20.70	12,330	35.34		
25	CH-UF1	CHEMA FIBRA UF 1	30/03/2017	06/04/2017	7.00	4.20	4.25	10.73	90.43	8.10	8.10	20.57	9,980	28.79		
26	CH-UF1	CHEMA FIBRA UF 1	30/03/2017	06/04/2017	7.00	4.25	4.25	10.80	91.61	8.20	8.20	20.83	10,180	28.81	29.45	7%
27	CH-UF1	CHEMA FIBRA UF 1	30/03/2017	06/04/2017	7.00	4.25	4.25	10.80	91.61	8.15	8.15	20.70	10,800	30.75		

N°	CODIGO	TIPO	FECHA DE VACEADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	D 1 (pulg)	D 2 (pulg)	Dprom (cm)	AREA (cm2)	H 1 (pulg)	H 2 (pulg)	Hprom (cm)	FUERZA (kgf)	TRACCIÓN (kgf/cm2)	TRACCIÓN prom (kgf/cm2)	Dispersión (%)
28	CH-UF1	CHEMA FIBRA UF 1	30/03/2017	13/04/2017	14.00	4.20	4.20	10.67	89.42	8.10	8.10	20.57	11,390	33.04		
29	CH-UF1	CHEMA FIBRA UF 1	30/03/2017	13/04/2017	14.00	4.20	4.25	10.73	90.43	8.15	8.10	20.64	11,610	33.37	33.35	2%
30	CH-UF1	CHEMA FIBRA UF 1	30/03/2017	13/04/2017	14.00	4.20	4.25	10.73	90.43	8.10	8.10	20.57	11,660	33.63		
31	CH-UF1	CHEMA FIBRA UF 1	30/03/2017	20/04/2017	21.00	4.20	4.20	10.67	89.42	8.10	8.10	20.57	12,036	34.91		
32	CH-UF1	CHEMA FIBRA UF 1	30/03/2017	20/04/2017	21.00	4.25	4.20	10.73	90.43	8.10	8.15	20.64	12,098	34.78	35.02	2%
33	CH-UF1	CHEMA FIBRA UF 1	30/03/2017	20/04/2017	21.00	4.20	4.25	10.73	90.43	8.10	8.10	20.57	12,260	35.36		
34	CH-UF1	CHEMA FIBRA UF 1	30/03/2017	27/04/2017	28.00	4.25	4.20	10.73	90.43	8.10	8.10	20.57	13,177	38.01		
35	CH-UF1	CHEMA FIBRA UF 1	30/03/2017	27/04/2017	28.00	4.25	4.25	10.80	91.61	8.15	8.10	20.64	13,449	38.41	38.82	5%
36	CH-UF1	CHEMA FIBRA UF 1	30/03/2017	27/04/2017	28.00	4.25	4.20	10.73	90.43	8.10	8.10	20.57	13,883	40.04		
37	CH-UF2	CHEMA FIBRA UF 2	31/03/2017	07/04/2017	7.00	4.20	4.25	10.73	90.43	8.20	8.20	20.83	9,440	26.89		
38	CH-UF2	CHEMA FIBRA UF 2	31/03/2017	07/04/2017	7.00	4.20	4.20	10.67	89.42	8.10	8.15	20.64	10,735	31.03	29.94	17%
39	CH-UF2	CHEMA FIBRA UF 2	31/03/2017	07/04/2017	7.00	4.20	4.25	10.73	90.43	8.15	8.20	20.76	11,160	31.89		
40	CH-UF2	CHEMA FIBRA UF 2	31/03/2017	14/04/2017	14.00	4.25	4.20	10.73	90.43	8.10	8.15	20.64	11,370	32.68		
41	CH-UF2	CHEMA FIBRA UF 2	31/03/2017	14/04/2017	14.00	4.20	4.20	10.67	89.42	8.10	8.10	20.57	11,395	33.05	32.89	1%
42	CH-UF2	CHEMA FIBRA UF 2	31/03/2017	14/04/2017	14.00	4.25	4.20	10.73	90.43	8.20	8.15	20.76	11,525	32.94		
43	CH-UF2	CHEMA FIBRA UF 2	31/03/2017	21/04/2017	21.00	4.25	4.20	10.73	90.43	8.10	8.10	20.57	12,069	34.81		
44	CH-UF2	CHEMA FIBRA UF 2	31/03/2017	21/04/2017	21.00	4.20	4.25	10.73	90.43	8.10	8.10	20.57	12,620	36.40	35.92	5%
45	CH-UF2	CHEMA FIBRA UF 2	31/03/2017	21/04/2017	21.00	4.25	4.25	10.80	91.61	8.10	8.10	20.57	12,752	36.54		
46	CH-UF2	CHEMA FIBRA UF 2	31/03/2017	28/04/2017	28.00	4.20	4.20	10.67	89.42	8.10	8.10	20.57	14,034	40.71		
47	CH-UF2	CHEMA FIBRA UF 2	31/03/2017	28/04/2017	28.00	4.25	4.20	10.73	90.43	8.10	8.10	20.57	13,846	39.94	39.61	6%
48	CH-UF2	CHEMA FIBRA UF 2	31/03/2017	28/04/2017	28.00	4.25	4.20	10.73	90.43	8.10	8.10	20.57	13,237	38.18		
49	MGY-L1/0.10	MAGUEY (5.5cm) 0.10%	03/04/2017	10/04/2017	7.00	4.20	4.20	10.67	89.42	8.20	8.20	20.83	8,100	23.20		
50	MGY-L1/0.10	MAGUEY (5.5cm) 0.10%	03/04/2017	10/04/2017	7.00	4.20	4.20	10.67	89.42	8.10	8.10	20.57	10,840	31.44	28.99	32%
51	MGY-L1/0.10	MAGUEY (5.5cm) 0.10%	03/04/2017	10/04/2017	7.00	4.20	4.25	10.73	90.43	8.15	8.10	20.64	11,250	32.34		
52	MGY-L1/0.10	MAGUEY (5.5cm) 0.10%	03/04/2017	17/04/2017	14.00	4.25	4.20	10.73	90.43	8.10	8.15	20.64	11,780	33.86		
53	MGY-L1/0.10	MAGUEY (5.5cm) 0.10%	03/04/2017	17/04/2017	14.00	4.20	4.20	10.67	89.42	8.10	8.10	20.57	11,940	34.63	34.49	3%
54	MGY-L1/0.10	MAGUEY (5.5cm) 0.10%	03/04/2017	17/04/2017	14.00	4.20	4.25	10.73	90.43	8.10	8.10	20.57	12,130	34.99		
55	MGY-L1/0.10	MAGUEY (5.5cm) 0.10%	03/04/2017	24/04/2017	21.00	4.25	4.25	10.80	91.61	8.10	8.20	20.70	14,399	41.00		
56	MGY-L1/0.10	MAGUEY (5.5cm) 0.10%	03/04/2017	24/04/2017	21.00	4.25	4.20	10.73	90.43	8.10	8.15	20.64	13,513	38.84	40.10	5%
57	MGY-L1/0.10	MAGUEY (5.5cm) 0.10%	03/04/2017	24/04/2017	21.00	4.25	4.25	10.80	91.61	8.20	8.10	20.70	14,210	40.47		

N°	CODIGO	TIPO	FECHA DE VACEADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	D 1 (pulg)	D 2 (pulg)	Dprom (cm)	AREA (cm2)	H 1 (pulg)	H 2 (pulg)	Hprom (cm)	FUERZA (kgf)	TRACCIÓN (kgf/cm2)	TRACCIÓN prom (kgf/cm2)	Dispersión (%)
58	MGY-L1/0.10	MAGUEY (5.5cm) 0.10%	03/04/2017	01/05/2017	28.00	4.20	4.25	10.73	90.43	8.15	8.10	20.64	14,189	40.79	40.91	4%
59	MGY-L1/0.10	MAGUEY (5.5cm) 0.10%	03/04/2017	01/05/2017	28.00	4.20	4.20	10.67	89.42	8.10	8.10	20.57	13,832	40.12		
60	MGY-L1/0.10	MAGUEY (5.5cm) 0.10%	03/04/2017	01/05/2017	28.00	4.20	4.25	10.73	90.43	8.15	8.10	20.64	14,550	41.82		
61	MGY-L1/1.00	MAGUEY (5.5cm) 1.00%	05/04/2017	12/04/2017	7.00	4.25	4.25	10.80	91.61	8.15	8.10	20.64	7,590	21.68	23.30	11%
62	MGY-L1/1.00	MAGUEY (5.5cm) 1.00%	05/04/2017	12/04/2017	7.00	4.25	4.20	10.73	90.43	8.10	8.10	20.57	8,376	24.16		
63	MGY-L1/1.00	MAGUEY (5.5cm) 1.00%	05/04/2017	12/04/2017	7.00	4.20	4.25	10.73	90.43	8.20	8.10	20.70	8,400	24.08		
64	MGY-L1/1.00	MAGUEY (5.5cm) 1.00%	05/04/2017	19/04/2017	14.00	4.20	4.25	10.73	90.43	8.20	8.10	20.70	9,450	27.09	27.50	3%
65	MGY-L1/1.00	MAGUEY (5.5cm) 1.00%	05/04/2017	19/04/2017	14.00	4.25	4.25	10.80	91.61	8.20	8.10	20.70	9,640	27.45		
66	MGY-L1/1.00	MAGUEY (5.5cm) 1.00%	05/04/2017	19/04/2017	14.00	4.25	4.20	10.73	90.43	8.20	8.20	20.83	9,820	27.97		
67	MGY-L1/1.00	MAGUEY (5.5cm) 1.00%	05/04/2017	26/04/2017	21.00	4.20	4.20	10.67	89.42	8.10	8.10	20.57	11,500	33.36	34.01	14%
68	MGY-L1/1.00	MAGUEY (5.5cm) 1.00%	05/04/2017	26/04/2017	21.00	4.20	4.25	10.73	90.43	8.10	8.10	20.57	11,093	32.00		
69	MGY-L1/1.00	MAGUEY (5.5cm) 1.00%	05/04/2017	26/04/2017	21.00	4.20	4.20	10.67	89.42	8.10	8.10	20.57	12,650	36.69		
70	MGY-L1/1.00	MAGUEY (5.5cm) 1.00%	05/04/2017	03/05/2017	28.00	4.20	4.25	10.73	90.43	8.10	8.10	20.57	12,308	35.50	35.23	4%
71	MGY-L1/1.00	MAGUEY (5.5cm) 1.00%	05/04/2017	03/05/2017	28.00	4.20	4.25	10.73	90.43	8.10	8.10	20.57	11,950	34.47		
72	MGY-L1/1.00	MAGUEY (5.5cm) 1.00%	05/04/2017	03/05/2017	28.00	4.20	4.20	10.67	89.42	8.10	8.10	20.57	12,314	35.72		
73	MGY-L1/0.50	MAGUEY (5.5cm) 0.50%	07/04/2017	14/04/2017	7.00	4.25	4.25	10.80	91.61	8.15	8.15	20.70	8,732	24.87	26.17	11%
74	MGY-L1/0.50	MAGUEY (5.5cm) 0.50%	07/04/2017	14/04/2017	7.00	4.20	4.25	10.73	90.43	8.10	8.10	20.57	8,950	25.81		
75	MGY-L1/0.50	MAGUEY (5.5cm) 0.50%	07/04/2017	14/04/2017	7.00	4.20	4.25	10.73	90.43	8.20	8.10	20.70	9,710	27.83		
76	MGY-L1/0.50	MAGUEY (5.5cm) 0.50%	07/04/2017	21/04/2017	14.00	4.20	4.20	10.67	89.42	8.10	8.10	20.57	10,540	30.57	31.11	4%
77	MGY-L1/0.50	MAGUEY (5.5cm) 0.50%	07/04/2017	21/04/2017	14.00	4.25	4.20	10.73	90.43	8.10	8.15	20.64	10,807	31.07		
78	MGY-L1/0.50	MAGUEY (5.5cm) 0.50%	07/04/2017	21/04/2017	14.00	4.25	4.20	10.73	90.43	8.10	8.15	20.64	11,028	31.70		
79	MGY-L1/0.50	MAGUEY (5.5cm) 0.50%	07/04/2017	28/04/2017	21.00	4.20	4.25	10.73	90.43	8.10	8.10	20.57	12,035	34.71	35.29	4%
80	MGY-L1/0.50	MAGUEY (5.5cm) 0.50%	07/04/2017	28/04/2017	21.00	4.20	4.20	10.67	89.42	8.15	8.20	20.76	12,186	35.02		
81	MGY-L1/0.50	MAGUEY (5.5cm) 0.50%	07/04/2017	28/04/2017	21.00	4.25	4.25	10.80	91.61	8.10	8.15	20.64	12,654	36.14		
82	MGY-L1/0.50	MAGUEY (5.5cm) 0.50%	07/04/2017	05/05/2017	28.00	4.25	4.20	10.73	90.43	8.10	8.10	20.57	14,054	40.54	39.18	5%
83	MGY-L1/0.50	MAGUEY (5.5cm) 0.50%	07/04/2017	05/05/2017	28.00	4.25	4.20	10.73	90.43	8.10	8.10	20.57	13,347	38.50		
84	MGY-L1/0.50	MAGUEY (5.5cm) 0.50%	07/04/2017	05/05/2017	28.00	4.20	4.25	10.73	90.43	8.10	8.10	20.57	13,348	38.50		
85	CAZ-T4/0.10	CAÑA Az N°4 0.10%	10/04/2017	17/04/2017	7.00	4.25	4.20	10.73	90.43	8.10	8.10	20.57	6,596	19.03	19.09	8%
86	CAZ-T4/0.10	CAÑA Az N°4 0.10%	10/04/2017	17/04/2017	7.00	4.25	4.20	10.73	90.43	8.10	8.10	20.57	6,354	18.33		
87	CAZ-T4/0.10	CAÑA Az N°4 0.10%	10/04/2017	17/04/2017	7.00	4.20	4.20	10.67	89.42	8.10	8.10	20.57	6,863	19.91		

N°	CODIGO	TIPO	FECHA DE VACEADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	D 1 (pulg)	D 2 (pulg)	Dprom (cm)	AREA (cm2)	H 1 (pulg)	H 2 (pulg)	Hprom (cm)	FUERZA (kgf)	TRACCIÓN (kgf/cm2)	TRACCIÓN prom (kgf/cm2)	Dispersión (%)
88	CAZ-T4/0.10	CAÑA Az N°4 0.10%	10/04/2017	24/04/2017	14.00	4.20	4.25	10.73	90.43	8.10	8.20	20.70	7,855	22.51		
89	CAZ-T4/0.10	CAÑA Az N°4 0.10%	10/04/2017	24/04/2017	14.00	4.25	4.25	10.80	91.61	8.10	8.20	20.70	8,324	23.70	23.47	7%
90	CAZ-T4/0.10	CAÑA Az N°4 0.10%	10/04/2017	24/04/2017	14.00	4.20	4.20	10.67	89.42	8.10	8.10	20.57	8,339	24.19		
91	CAZ-T4/0.10	CAÑA Az N°4 0.10%	10/04/2017	01/05/2017	21.00	4.25	4.20	10.73	90.43	8.15	8.10	20.64	9,600	27.60		
92	CAZ-T4/0.10	CAÑA Az N°4 0.10%	10/04/2017	01/05/2017	21.00	4.25	4.20	10.73	90.43	8.10	8.10	20.57	8,877	25.60	26.41	8%
93	CAZ-T4/0.10	CAÑA Az N°4 0.10%	10/04/2017	01/05/2017	21.00	4.20	4.20	10.67	89.42	8.10	8.10	20.57	8,971	26.02		
94	CAZ-T4/0.10	CAÑA Az N°4 0.10%	10/04/2017	08/05/2017	28.00	4.25	4.25	10.80	91.61	8.10	8.10	20.57	9,735	27.90		
95	CAZ-T4/0.10	CAÑA Az N°4 0.10%	10/04/2017	08/05/2017	28.00	4.25	4.20	10.73	90.43	8.10	8.10	20.57	11,114	32.06	29.63	14%
96	CAZ-T4/0.10	CAÑA Az N°4 0.10%	10/04/2017	08/05/2017	28.00	4.20	4.25	10.73	90.43	8.15	8.20	20.76	10,125	28.94		
97	CAZ-T4/0.50	CAÑA Az N°4 0.50%	12/04/2017	19/04/2017	7.00	4.25	4.20	10.73	90.43	8.10	8.10	20.57	3,520	10.15		
98	CAZ-T4/0.50	CAÑA Az N°4 0.50%	12/04/2017	19/04/2017	7.00	4.20	4.20	10.67	89.42	8.20	8.20	20.83	3,740	10.71	10.67	9%
99	CAZ-T4/0.50	CAÑA Az N°4 0.50%	12/04/2017	19/04/2017	7.00	4.25	4.20	10.73	90.43	8.20	8.25	20.89	3,920	11.13		
100	CAZ-T4/0.50	CAÑA Az N°4 0.50%	12/04/2017	26/04/2017	14.00	4.25	4.20	10.73	90.43	8.10	8.15	20.64	4,138	11.89		
101	CAZ-T4/0.50	CAÑA Az N°4 0.50%	12/04/2017	26/04/2017	14.00	4.25	4.20	10.73	90.43	8.10	8.10	20.57	4,320	12.46	12.45	9%
102	CAZ-T4/0.50	CAÑA Az N°4 0.50%	12/04/2017	26/04/2017	14.00	4.20	4.25	10.73	90.43	8.10	8.10	20.57	4,501	12.98		
103	CAZ-T4/0.50	CAÑA Az N°4 0.50%	12/04/2017	03/05/2017	21.00	4.25	4.25	10.80	91.61	8.10	8.10	20.57	5,030	14.41		
104	CAZ-T4/0.50	CAÑA Az N°4 0.50%	12/04/2017	03/05/2017	21.00	4.25	4.25	10.80	91.61	8.10	8.10	20.57	5,090	14.59	16.44	36%
105	CAZ-T4/0.50	CAÑA Az N°4 0.50%	12/04/2017	03/05/2017	21.00	4.20	4.25	10.73	90.43	8.10	8.10	20.57	7,040	20.31		
106	CAZ-T4/0.50	CAÑA Az N°4 0.50%	12/04/2017	10/05/2017	28.00	4.20	4.20	10.67	89.42	8.10	8.15	20.64	7,425	21.46		
107	CAZ-T4/0.50	CAÑA Az N°4 0.50%	12/04/2017	10/05/2017	28.00	4.25	4.20	10.73	90.43	8.10	8.10	20.57	7,258	20.93	20.37	13%
108	CAZ-T4/0.50	CAÑA Az N°4 0.50%	12/04/2017	10/05/2017	28.00	4.20	4.25	10.73	90.43	8.10	8.10	20.57	6,491	18.72		
109	CAZ-T4/1.00	CAÑA Az N°4 1.00%	20/04/2017	27/04/2017	7.00	4.25	4.20	10.73	90.43	8.15	8.10	20.64	1,138	3.27		
110	CAZ-T4/1.00	CAÑA Az N°4 1.00%	20/04/2017	27/04/2017	7.00	4.20	4.25	10.73	90.43	8.15	8.10	20.64	1,173	3.37	3.36	5%
111	CAZ-T4/1.00	CAÑA Az N°4 1.00%	20/04/2017	27/04/2017	7.00	4.25	4.20	10.73	90.43	8.10	8.10	20.57	1,193	3.44		
112	CAZ-T4/1.00	CAÑA Az N°4 1.00%	20/04/2017	04/05/2017	14.00	4.20	4.20	10.67	89.42	8.10	8.20	20.70	1,513	4.36		
113	CAZ-T4/1.00	CAÑA Az N°4 1.00%	20/04/2017	04/05/2017	14.00	4.25	4.20	10.73	90.43	8.10	8.10	20.57	1,545	4.46	4.47	5%
114	CAZ-T4/1.00	CAÑA Az N°4 1.00%	20/04/2017	04/05/2017	14.00	4.25	4.20	10.73	90.43	8.10	8.10	20.57	1,593	4.59		
115	CAZ-T4/1.00	CAÑA Az N°4 1.00%	20/04/2017	11/05/2017	21.00	4.20	4.20	10.67	89.42	8.10	8.10	20.57	1,864	5.41		
116	CAZ-T4/1.00	CAÑA Az N°4 1.00%	20/04/2017	11/05/2017	21.00	4.25	4.25	10.80	91.61	8.10	8.10	20.57	1,920	5.50	5.56	6%
117	CAZ-T4/1.00	CAÑA Az N°4 1.00%	20/04/2017	11/05/2017	21.00	4.20	4.20	10.67	89.42	8.10	8.10	20.57	1,985	5.76		

N°	CODIGO	TIPO	FECHA DE VACEADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	D 1 (pulg)	D 2 (pulg)	Dprom (cm)	AREA (cm2)	H 1 (pulg)	H 2 (pulg)	Hprom (cm)	FUERZA (kgf)	TRACCIÓN (kgf/cm2)	TRACCIÓN prom (kgf/cm2)	Dispersión (%)
118	CAZ-T4/1.00	CAÑA Az N°4 1.00%	20/04/2017	18/05/2017	28.00	4.25	4.20	10.73	90.43	8.10	8.10	20.57	3,005	8.67		
119	CAZ-T4/1.00	CAÑA Az N°4 1.00%	20/04/2017	18/05/2017	28.00	4.20	4.25	10.73	90.43	8.15	8.10	20.64	2,750	7.91	8.16	9%
120	CAZ-T4/1.00	CAÑA Az N°4 1.00%	20/04/2017	18/05/2017	28.00	4.25	4.20	10.73	90.43	8.20	8.10	20.70	2,756	7.90		
121	MGY-L2/0.10	MAGUEY (10cm) 0.10%	24/04/2017	01/05/2017	7.00	4.20	4.25	10.73	90.43	8.10	8.10	20.57	10,045	28.97		
122	MGY-L2/0.10	MAGUEY (10cm) 0.10%	24/04/2017	01/05/2017	7.00	4.20	4.25	10.73	90.43	8.10	8.10	20.57	10,094	29.11	29.84	8%
123	MGY-L2/0.10	MAGUEY (10cm) 0.10%	24/04/2017	01/05/2017	7.00	4.20	4.20	10.67	89.42	8.10	8.10	20.57	10,834	31.42		
124	MGY-L2/0.10	MAGUEY (10cm) 0.10%	24/04/2017	08/05/2017	14.00	4.25	4.20	10.73	90.43	8.10	8.10	20.57	11,149	32.16		
125	MGY-L2/0.10	MAGUEY (10cm) 0.10%	24/04/2017	08/05/2017	14.00	4.20	4.20	10.67	89.42	8.10	8.10	20.57	11,230	32.57	32.67	3%
126	MGY-L2/0.10	MAGUEY (10cm) 0.10%	24/04/2017	08/05/2017	14.00	4.25	4.20	10.73	90.43	8.10	8.15	20.64	11,573	33.27		
127	MGY-L2/0.10	MAGUEY (10cm) 0.10%	24/04/2017	15/05/2017	21.00	4.20	4.25	10.73	90.43	8.10	8.10	20.57	12,697	36.62		
128	MGY-L2/0.10	MAGUEY (10cm) 0.10%	24/04/2017	15/05/2017	21.00	4.20	4.20	10.67	89.42	8.10	8.10	20.57	12,972	37.63	37.20	3%
129	MGY-L2/0.10	MAGUEY (10cm) 0.10%	24/04/2017	15/05/2017	21.00	4.25	4.20	10.73	90.43	8.15	8.10	20.64	12,994	37.35		
130	MGY-L2/0.10	MAGUEY (10cm) 0.10%	24/04/2017	22/05/2017	28.00	4.25	4.25	10.80	91.61	8.10	8.10	20.57	14,557	41.72		
131	MGY-L2/0.10	MAGUEY (10cm) 0.10%	24/04/2017	22/05/2017	28.00	4.20	4.25	10.73	90.43	8.15	8.20	20.76	14,504	41.45	42.22	5%
132	MGY-L2/0.10	MAGUEY (10cm) 0.10%	24/04/2017	22/05/2017	28.00	4.20	4.20	10.67	89.42	8.10	8.10	20.57	14,990	43.48		
133	MGY-L2/0.50	MAGUEY (10cm) 0.50%	25/04/2017	02/05/2017	7.00	4.20	4.25	10.73	90.43	8.15	8.10	20.64	9,908	28.48		
134	MGY-L2/0.50	MAGUEY (10cm) 0.50%	25/04/2017	02/05/2017	7.00	4.25	4.20	10.73	90.43	8.10	8.10	20.57	10,347	29.84	29.26	5%
135	MGY-L2/0.50	MAGUEY (10cm) 0.50%	25/04/2017	02/05/2017	7.00	4.25	4.25	10.80	91.61	8.20	8.25	20.89	10,438	29.45		
136	MGY-L2/0.50	MAGUEY (10cm) 0.50%	25/04/2017	09/05/2017	14.00	4.20	4.20	10.67	89.42	8.20	8.10	20.70	11,446	32.99		
137	MGY-L2/0.50	MAGUEY (10cm) 0.50%	25/04/2017	09/05/2017	14.00	4.25	4.25	10.80	91.61	8.15	8.10	20.64	11,822	33.76	32.68	8%
138	MGY-L2/0.50	MAGUEY (10cm) 0.50%	25/04/2017	09/05/2017	14.00	4.25	4.20	10.73	90.43	8.10	8.10	20.57	10,846	31.28		
139	MGY-L2/0.50	MAGUEY (10cm) 0.50%	25/04/2017	16/05/2017	21.00	4.20	4.25	10.73	90.43	8.10	8.10	20.57	11,585	33.42		
140	MGY-L2/0.50	MAGUEY (10cm) 0.50%	25/04/2017	16/05/2017	21.00	4.20	4.20	10.67	89.42	8.10	8.10	20.57	11,626	33.72	34.81	11%
141	MGY-L2/0.50	MAGUEY (10cm) 0.50%	25/04/2017	16/05/2017	21.00	4.25	4.20	10.73	90.43	8.10	8.10	20.57	12,930	37.29		
142	MGY-L2/0.50	MAGUEY (10cm) 0.50%	25/04/2017	23/05/2017	28.00	4.20	4.20	10.67	89.42	8.10	8.10	20.57	14,492	42.03		
143	MGY-L2/0.50	MAGUEY (10cm) 0.50%	25/04/2017	23/05/2017	28.00	4.25	4.20	10.73	90.43	8.20	8.10	20.70	12,746	36.53	39.52	14%
144	MGY-L2/0.50	MAGUEY (10cm) 0.50%	25/04/2017	23/05/2017	28.00	4.20	4.25	10.73	90.43	8.10	8.10	20.57	13,867	40.00		
145	MGY-L2/1.00	MAGUEY (10cm) 1.00%	28/04/2017	05/05/2017	7.00	4.20	4.20	10.67	89.42	8.15	8.10	20.64	9,112	26.34		
146	MGY-L2/1.00	MAGUEY (10cm) 1.00%	28/04/2017	05/05/2017	7.00	4.25	4.25	10.80	91.61	8.10	8.10	20.57	9,227	26.44	26.51	2%
147	MGY-L2/1.00	MAGUEY (10cm) 1.00%	28/04/2017	05/05/2017	7.00	4.20	4.25	10.73	90.43	8.10	8.10	20.57	9,271	26.74		

N°	CODIGO	TIPO	FECHA DE VACEADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	D 1 (pulg)	D 2 (pulg)	Dprom (cm)	AREA (cm2)	H 1 (pulg)	H 2 (pulg)	Hprom (cm)	FUERZA (kgf)	TRACCIÓN (kgf/cm2)	TRACCIÓN prom (kgf/cm2)	Dispersión (%)
148	MGY-L2/1.00	MAGUEY (10cm) 1.00%	28/04/2017	12/05/2017	14.00	4.20	4.25	10.73	90.43	8.20	8.10	20.70	10,104	28.96		
149	MGY-L2/1.00	MAGUEY (10cm) 1.00%	28/04/2017	12/05/2017	14.00	4.20	4.25	10.73	90.43	8.10	8.10	20.57	10,444	30.12	29.94	6%
150	MGY-L2/1.00	MAGUEY (10cm) 1.00%	28/04/2017	12/05/2017	14.00	4.20	4.20	10.67	89.42	8.10	8.15	20.64	10,633	30.74		
151	MGY-L2/1.00	MAGUEY (10cm) 1.00%	28/04/2017	19/05/2017	21.00	4.25	4.20	10.73	90.43	8.10	8.10	20.57	11,728	33.83		
152	MGY-L2/1.00	MAGUEY (10cm) 1.00%	28/04/2017	19/05/2017	21.00	4.20	4.20	10.67	89.42	8.10	8.10	20.57	12,769	37.04	34.54	12%
153	MGY-L2/1.00	MAGUEY (10cm) 1.00%	28/04/2017	19/05/2017	21.00	4.20	4.20	10.67	89.42	8.15	8.20	20.76	11,402	32.77		
154	MGY-L2/1.00	MAGUEY (10cm) 1.00%	28/04/2017	26/05/2017	28.00	4.20	4.25	10.73	90.43	8.20	8.15	20.76	12,916	36.91		
155	MGY-L2/1.00	MAGUEY (10cm) 1.00%	28/04/2017	26/05/2017	28.00	4.20	4.25	10.73	90.43	8.10	8.15	20.64	12,338	35.47	36.12	4%
156	MGY-L2/1.00	MAGUEY (10cm) 1.00%	28/04/2017	26/05/2017	28.00	4.20	4.20	10.67	89.42	8.15	8.10	20.64	12,445	35.98		
157	CAZ-T8/0.10	CAÑA Az N°8 0.10%	08/05/2017	15/05/2017	7.00	4.25	4.25	10.80	91.61	8.15	8.10	20.64	8,960	25.59		
158	CAZ-T8/0.10	CAÑA Az N°8 0.10%	08/05/2017	15/05/2017	7.00	4.20	4.25	10.73	90.43	8.10	8.20	20.70	9,160	26.25	26.37	6%
159	CAZ-T8/0.10	CAÑA Az N°8 0.10%	08/05/2017	15/05/2017	7.00	4.20	4.25	10.73	90.43	8.10	8.10	20.57	9,450	27.26		
160	CAZ-T8/0.10	CAÑA Az N°8 0.10%	08/05/2017	22/05/2017	14.00	4.20	4.25	10.73	90.43	8.20	8.10	20.70	10,693	30.65		
161	CAZ-T8/0.10	CAÑA Az N°8 0.10%	08/05/2017	22/05/2017	14.00	4.20	4.25	10.73	90.43	8.15	8.10	20.64	9,858	28.34	29.36	8%
162	CAZ-T8/0.10	CAÑA Az N°8 0.10%	08/05/2017	22/05/2017	14.00	4.20	4.20	10.67	89.42	8.10	8.15	20.64	10,063	29.09		
163	CAZ-T8/0.10	CAÑA Az N°8 0.10%	08/05/2017	29/05/2017	21.00	4.25	4.20	10.73	90.43	8.10	8.15	20.64	11,250	32.34		
164	CAZ-T8/0.10	CAÑA Az N°8 0.10%	08/05/2017	29/05/2017	21.00	4.20	4.20	10.67	89.42	8.10	8.20	20.70	11,458	33.03	32.98	4%
165	CAZ-T8/0.10	CAÑA Az N°8 0.10%	08/05/2017	29/05/2017	21.00	4.25	4.20	10.73	90.43	8.10	8.10	20.57	11,642	33.58		
166	CAZ-T8/0.10	CAÑA Az N°8 0.10%	08/05/2017	05/06/2017	28.00	4.20	4.25	10.73	90.43	8.10	8.10	20.57	13,063	37.68		
167	CAZ-T8/0.10	CAÑA Az N°8 0.10%	08/05/2017	05/06/2017	28.00	4.25	4.20	10.73	90.43	8.10	8.10	20.57	13,183	38.02	38.63	6%
168	CAZ-T8/0.10	CAÑA Az N°8 0.10%	08/05/2017	05/06/2017	28.00	4.20	4.25	10.73	90.43	8.10	8.10	20.57	13,931	40.18		
169	CAZ-T8/0.50	CAÑA Az N°8 0.50%	09/05/2017	16/05/2017	7.00	4.20	4.25	10.73	90.43	8.10	8.10	20.57	5,570	16.07		
170	CAZ-T8/0.50	CAÑA Az N°8 0.50%	09/05/2017	16/05/2017	7.00	4.25	4.20	10.73	90.43	8.10	8.10	20.57	5,621	16.21	16.19	1%
171	CAZ-T8/0.50	CAÑA Az N°8 0.50%	09/05/2017	16/05/2017	7.00	4.20	4.25	10.73	90.43	8.15	8.10	20.64	5,672	16.30		
172	CAZ-T8/0.50	CAÑA Az N°8 0.50%	09/05/2017	23/05/2017	14.00	4.25	4.25	10.80	91.61	8.10	8.20	20.70	7,730	22.01		
173	CAZ-T8/0.50	CAÑA Az N°8 0.50%	09/05/2017	23/05/2017	14.00	4.25	4.20	10.73	90.43	8.10	8.15	20.64	7,790	22.39	22.31	2%
174	CAZ-T8/0.50	CAÑA Az N°8 0.50%	09/05/2017	23/05/2017	14.00	4.25	4.20	10.73	90.43	8.15	8.10	20.64	7,840	22.54		
175	CAZ-T8/0.50	CAÑA Az N°8 0.50%	09/05/2017	30/05/2017	21.00	4.25	4.25	10.80	91.61	8.10	8.10	20.57	9,180	26.31		
176	CAZ-T8/0.50	CAÑA Az N°8 0.50%	09/05/2017	30/05/2017	21.00	4.20	4.25	10.73	90.43	8.10	8.25	20.76	9,046	25.85	26.48	5%
177	CAZ-T8/0.50	CAÑA Az N°8 0.50%	09/05/2017	30/05/2017	21.00	4.25	4.20	10.73	90.43	8.10	8.10	20.57	9,460	27.29		

N°	CODIGO	TIPO	FECHA DE VACEADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	D 1 (pulg)	D 2 (pulg)	Dprom (cm)	AREA (cm2)	H 1 (pulg)	H 2 (pulg)	Hprom (cm)	FUERZA (kgf)	TRACCIÓN (kgf/cm2)	TRACCIÓN prom (kgf/cm2)	Dispersión (%)
178	CAZ-T8/0.50	CAÑA Az N°8 0.50%	09/05/2017	06/06/2017	28.00	4.25	4.25	10.80	91.61	8.10	8.15	20.64	10,055	28.72	28.95	3%
179	CAZ-T8/0.50	CAÑA Az N°8 0.50%	09/05/2017	06/06/2017	28.00	4.20	4.20	10.67	89.42	8.10	8.10	20.57	9,891	28.69		
180	CAZ-T8/0.50	CAÑA Az N°8 0.50%	09/05/2017	06/06/2017	28.00	4.20	4.20	10.67	89.42	8.10	8.10	20.57	10,156	29.46		
181	CAZ-T8/1.00	CAÑA Az N°8 1.00%	10/05/2017	17/05/2017	7.00	4.25	4.20	10.73	90.43	8.15	8.15	20.70	3,690	10.58	10.71	3%
182	CAZ-T8/1.00	CAÑA Az N°8 1.00%	10/05/2017	17/05/2017	7.00	4.20	4.25	10.73	90.43	8.10	8.10	20.57	3,710	10.70		
183	CAZ-T8/1.00	CAÑA Az N°8 1.00%	10/05/2017	17/05/2017	7.00	4.20	4.20	10.67	89.42	8.10	8.10	20.57	3,741	10.85		
184	CAZ-T8/1.00	CAÑA Az N°8 1.00%	10/05/2017	24/05/2017	14.00	4.20	4.25	10.73	90.43	8.20	8.15	20.76	4,242	12.12	12.25	2%
185	CAZ-T8/1.00	CAÑA Az N°8 1.00%	10/05/2017	24/05/2017	14.00	4.25	4.20	10.73	90.43	8.20	8.10	20.70	4,280	12.27		
186	CAZ-T8/1.00	CAÑA Az N°8 1.00%	10/05/2017	24/05/2017	14.00	4.25	4.20	10.73	90.43	8.20	8.10	20.70	4,310	12.35		
187	CAZ-T8/1.00	CAÑA Az N°8 1.00%	10/05/2017	31/05/2017	21.00	4.20	4.25	10.73	90.43	8.10	8.10	20.57	5,314	15.33	15.35	1%
188	CAZ-T8/1.00	CAÑA Az N°8 1.00%	10/05/2017	31/05/2017	21.00	4.25	4.25	10.80	91.61	8.10	8.10	20.57	5,330	15.27		
189	CAZ-T8/1.00	CAÑA Az N°8 1.00%	10/05/2017	31/05/2017	21.00	4.20	4.25	10.73	90.43	8.10	8.15	20.64	5,376	15.45		
190	CAZ-T8/1.00	CAÑA Az N°8 1.00%	10/05/2017	07/06/2017	28.00	4.20	4.20	10.67	89.42	8.10	8.10	20.57	6,608	19.17	19.04	2%
191	CAZ-T8/1.00	CAÑA Az N°8 1.00%	10/05/2017	07/06/2017	28.00	4.25	4.25	10.80	91.61	8.15	8.15	20.70	6,610	18.82		
192	CAZ-T8/1.00	CAÑA Az N°8 1.00%	10/05/2017	07/06/2017	28.00	4.20	4.25	10.73	90.43	8.10	8.20	20.70	6,678	19.14		
193	MGY-L1/0.10 (CH-PLAST)	MAGUEY (5.5cm + Adt) 0.10%	11/05/2017	18/05/2017	7.00	4.20	4.20	10.67	89.42	8.10	8.10	20.57	8,365	24.26	26.32	14%
194	MGY-L1/0.10 (CH-PLAST)	MAGUEY (5.5cm + Adt) 0.10%	11/05/2017	18/05/2017	7.00	4.25	4.25	10.80	91.61	8.20	8.20	20.83	9,420	26.66		
195	MGY-L1/0.10 (CH-PLAST)	MAGUEY (5.5cm + Adt) 0.10%	11/05/2017	18/05/2017	7.00	4.25	4.20	10.73	90.43	8.15	8.20	20.76	9,815	28.05		
196	MGY-L1/0.10 (CH-PLAST)	MAGUEY (5.5cm + Adt) 0.10%	11/05/2017	25/05/2017	14.00	4.20	4.20	10.67	89.42	8.10	8.10	20.57	11,472	33.28	32.16	6%
197	MGY-L1/0.10 (CH-PLAST)	MAGUEY (5.5cm + Adt) 0.10%	11/05/2017	25/05/2017	14.00	4.20	4.20	10.67	89.42	8.10	8.10	20.57	11,010	31.94		
198	MGY-L1/0.10 (CH-PLAST)	MAGUEY (5.5cm + Adt) 0.10%	11/05/2017	25/05/2017	14.00	4.20	4.25	10.73	90.43	8.10	8.10	20.57	10,845	31.28		
199	MGY-L1/0.10 (CH-PLAST)	MAGUEY (5.5cm + Adt) 0.10%	11/05/2017	01/06/2017	21.00	4.25	4.20	10.73	90.43	8.10	8.10	20.57	11,738	33.86	36.49	14%
200	MGY-L1/0.10 (CH-PLAST)	MAGUEY (5.5cm + Adt) 0.10%	11/05/2017	01/06/2017	21.00	4.20	4.20	10.67	89.42	8.15	8.10	20.64	13,505	39.04		
201	MGY-L1/0.10 (CH-PLAST)	MAGUEY (5.5cm + Adt) 0.10%	11/05/2017	01/06/2017	21.00	4.25	4.20	10.73	90.43	8.10	8.10	20.57	12,680	36.57		
202	MGY-L1/0.10 (CH-PLAST)	MAGUEY (5.5cm + Adt) 0.10%	11/05/2017	08/06/2017	28.00	4.25	4.25	10.80	91.61	8.10	8.10	20.57	14,732	42.22	43.42	5%
203	MGY-L1/0.10 (CH-PLAST)	MAGUEY (5.5cm + Adt) 0.10%	11/05/2017	08/06/2017	28.00	4.20	4.20	10.67	89.42	8.10	8.10	20.57	15,340	44.49		
204	MGY-L1/0.10 (CH-PLAST)	MAGUEY (5.5cm + Adt) 0.10%	11/05/2017	08/06/2017	28.00	4.25	4.20	10.73	90.43	8.10	8.10	20.57	15,100	43.55		
205	MGY-L1/0.50 (CH-PLAST)	MAGUEY (5.5cm + Adt) 0.50%	12/05/2017	19/05/2017	7.00	4.20	4.25	10.73	90.43	8.20	8.10	20.70	9,615	27.56	27.64	8%
206	MGY-L1/0.50 (CH-PLAST)	MAGUEY (5.5cm + Adt) 0.50%	12/05/2017	19/05/2017	7.00	4.20	4.25	10.73	90.43	8.20	8.15	20.76	10,082	28.81		
207	MGY-L1/0.50 (CH-PLAST)	MAGUEY (5.5cm + Adt) 0.50%	12/05/2017	19/05/2017	7.00	4.20	4.25	10.73	90.43	8.20	8.15	20.76	9,290	26.55		

N°	CODIGO	TIPO	FECHA DE VACEADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	D 1 (pulg)	D 2 (pulg)	Dprom (cm)	AREA (cm2)	H 1 (pulg)	H 2 (pulg)	Hprom (cm)	FUERZA (kgf)	TRACCIÓN (kgf/cm2)	TRACCIÓN prom (kgf/cm2)	Dispersión (%)
208	MGY-L1/0.50 (CH-PLAST)	MAGUEY (5.5cm + Adt) 0.50%	12/05/2017	26/05/2017	14.00	4.20	4.20	10.67	89.42	8.10	8.20	20.70	11,610	33.46		
209	MGY-L1/0.50 (CH-PLAST)	MAGUEY (5.5cm + Adt) 0.50%	12/05/2017	26/05/2017	14.00	4.20	4.20	10.67	89.42	8.15	8.10	20.64	12,505	36.15	34.24	9%
210	MGY-L1/0.50 (CH-PLAST)	MAGUEY (5.5cm + Adt) 0.50%	12/05/2017	26/05/2017	14.00	4.20	4.25	10.73	90.43	8.20	8.10	20.70	11,548	33.10		
211	MGY-L1/0.50 (CH-PLAST)	MAGUEY (5.5cm + Adt) 0.50%	12/05/2017	02/06/2017	21.00	4.25	4.20	10.73	90.43	8.20	8.15	20.76	12,648	36.15		
212	MGY-L1/0.50 (CH-PLAST)	MAGUEY (5.5cm + Adt) 0.50%	12/05/2017	02/06/2017	21.00	4.25	4.20	10.73	90.43	8.20	8.20	20.83	12,930	36.83	36.78	3%
213	MGY-L1/0.50 (CH-PLAST)	MAGUEY (5.5cm + Adt) 0.50%	12/05/2017	02/06/2017	21.00	4.25	4.25	10.80	91.61	8.10	8.10	20.57	13,040	37.37		
214	MGY-L1/0.50 (CH-PLAST)	MAGUEY (5.5cm + Adt) 0.50%	12/05/2017	09/06/2017	28.00	4.25	4.25	10.80	91.61	8.10	8.10	20.57	14,672	42.04		
215	MGY-L1/0.50 (CH-PLAST)	MAGUEY (5.5cm + Adt) 0.50%	12/05/2017	09/06/2017	28.00	4.25	4.20	10.73	90.43	8.15	8.10	20.64	15,280	43.92	42.19	8%
216	MGY-L1/0.50 (CH-PLAST)	MAGUEY (5.5cm + Adt) 0.50%	12/05/2017	09/06/2017	28.00	4.20	4.25	10.73	90.43	8.10	8.10	20.57	14,074	40.59		
217	MGY-L1/1.00 (CH-PLAST)	MAGUEY (5.5cm + Adt) 1.00%	15/05/2017	22/05/2017	7.00	4.20	4.25	10.73	90.43	8.10	8.10	20.57	8,597	24.80		
218	MGY-L1/1.00 (CH-PLAST)	MAGUEY (5.5cm + Adt) 1.00%	15/05/2017	22/05/2017	7.00	4.25	4.25	10.80	91.61	8.10	8.10	20.57	8,875	25.43	25.57	7%
219	MGY-L1/1.00 (CH-PLAST)	MAGUEY (5.5cm + Adt) 1.00%	15/05/2017	22/05/2017	7.00	4.25	4.25	10.80	91.61	8.10	8.10	20.57	9,245	26.49		
220	MGY-L1/1.00 (CH-PLAST)	MAGUEY (5.5cm + Adt) 1.00%	15/05/2017	29/05/2017	14.00	4.25	4.20	10.73	90.43	8.15	8.10	20.64	10,379	29.84		
221	MGY-L1/1.00 (CH-PLAST)	MAGUEY (5.5cm + Adt) 1.00%	15/05/2017	29/05/2017	14.00	4.20	4.20	10.67	89.42	8.20	8.10	20.70	9,916	28.58	28.98	5%
222	MGY-L1/1.00 (CH-PLAST)	MAGUEY (5.5cm + Adt) 1.00%	15/05/2017	29/05/2017	14.00	4.20	4.25	10.73	90.43	8.10	8.20	20.70	9,954	28.53		
223	MGY-L1/1.00 (CH-PLAST)	MAGUEY (5.5cm + Adt) 1.00%	15/05/2017	05/06/2017	21.00	4.25	4.25	10.80	91.61	8.10	8.20	20.70	11,140	31.72		
224	MGY-L1/1.00 (CH-PLAST)	MAGUEY (5.5cm + Adt) 1.00%	15/05/2017	05/06/2017	21.00	4.20	4.20	10.67	89.42	8.10	8.10	20.57	11,480	33.30	33.30	9%
225	MGY-L1/1.00 (CH-PLAST)	MAGUEY (5.5cm + Adt) 1.00%	15/05/2017	05/06/2017	21.00	4.20	4.20	10.67	89.42	8.10	8.20	20.70	12,096	34.86		
226	MGY-L1/1.00 (CH-PLAST)	MAGUEY (5.5cm + Adt) 1.00%	15/05/2017	12/06/2017	28.00	4.25	4.20	10.73	90.43	8.20	8.20	20.83	12,962	36.92		
227	MGY-L1/1.00 (CH-PLAST)	MAGUEY (5.5cm + Adt) 1.00%	15/05/2017	12/06/2017	28.00	4.20	4.20	10.67	89.42	8.10	8.10	20.57	13,157	38.16	37.87	4%
228	MGY-L1/1.00 (CH-PLAST)	MAGUEY (5.5cm + Adt) 1.00%	15/05/2017	12/06/2017	28.00	4.20	4.20	10.67	89.42	8.10	8.15	20.64	13,326	38.52		

(*) Valores Interpolados: Corresponde a ensayos postergados por Feriados del 13 y 14 de Abril (Semana Santa), 01 de Mayo (Día del Trabajo).

ANEXO 13 – RESULTADOS DE ENSAYOS A LA FLEXIÓN DE VIGAS

RESPONSABLES :			RESULTADOS DE ENSAYOS A FLEXO-TRACCIÓN DEL CONCRETO ENDURECIDO				LIMITES DE RESISTENCIA DEL CONCRETO A ENSAYOS DE FLEXIÓN			*"El Módulo de Rotura (Mr) presenta valores entre 10% y 20% de la resistencia a la compresión"*					*f'c = 210 kgf/cm2*	
BACH: HERRERA LAZARTE, SERGIO RENATO															*10%*	*21.00*
BACH: POLO ROCA, MELVIN EUSEBIO															*20%*	*42.00*
N°	**CODIGO**	**TIPO**	**FECHA DE VACEADO**	**FECHA DE ROTURA**	**EDAD (días)**	**H 1 (cm)**	**H 2 (cm)**	**Hprom (cm)**	**B 1 (cm)**	**B 2 (cm)**	**Bprom (cm)**	**LONGITUD (cm)**	**FUERZA (kgf)**	**Mr (kgf/cm2)**	**Mr prom (kgf/cm2)**	**Dispersión (%)**
1	CP1-S/F	CONCRETO PATRON 1	28/03/2017	04/04/2017	7.00	15.00	15.10	15.05	15.10	15.00	15.05	50.00	1,080	23.76		
2	CP1-S/F	CONCRETO PATRON 1	28/03/2017	04/04/2017	7.00	15.00	15.00	15.00	15.10	15.00	15.05	50.00	1,245	27.57	27.93	**31%**
3	CP1-S/F	CONCRETO PATRON 1	28/03/2017	04/04/2017	7.00	15.20	15.10	15.15	14.90	14.90	14.90	50.00	1,480	32.46		
4	CP1-S/F	CONCRETO PATRON 1	28/03/2017	11/04/2017	14.00	15.10	15.00	15.05	14.10	14.40	14.25	50.00	1,560	36.25		
5	CP1-S/F	CONCRETO PATRON 1	28/03/2017	11/04/2017	14.00	15.00	15.10	15.05	15.20	15.20	15.20	50.00	1,520	33.11	33.85	**12%**
6	CP1-S/F	CONCRETO PATRON 1	28/03/2017	11/04/2017	14.00	14.80	14.80	14.80	15.10	15.10	15.10	50.00	1,420	32.20		
7	CP1-S/F	CONCRETO PATRON 1	28/03/2017	25/04/2017	28.00	15.10	15.00	15.05	15.30	15.10	15.20	50.00	1,660	36.16		
8	CP1-S/F	CONCRETO PATRON 1	28/03/2017	25/04/2017	28.00	15.10	15.00	15.05	15.00	15.10	15.05	50.00	1,720	37.84	37.26	**5%**
9	CP1-S/F	CONCRETO PATRON 1	28/03/2017	25/04/2017	28.00	15.00	14.90	14.95	15.10	15.10	15.10	50.00	1,700	37.78		
10	CP2-S/F	CONCRETO PATRON 2	29/03/2017	05/04/2017	7.00	15.00	15.00	15.00	14.20	14.00	14.10	50.00	1,190	28.13		
11	CP2-S/F	CONCRETO PATRON 2	29/03/2017	05/04/2017	7.00	15.10	15.10	15.10	15.00	15.10	15.05	50.00	1,265	27.65	28.81	**10%**
12	CP2-S/F	CONCRETO PATRON 2	29/03/2017	05/04/2017	7.00	14.30	15.00	14.65	15.10	15.00	15.05	50.00	1,320	30.65		
13	CP2-S/F	CONCRETO PATRON 2	29/03/2017	12/04/2017	14.00	14.80	14.00	14.40	15.10	15.20	15.15	50.00	1,520	36.29		
14	CP2-S/F	CONCRETO PATRON 2	29/03/2017	12/04/2017	14.00	15.10	15.20	15.15	14.60	14.30	14.45	50.00	1,460	33.02	34.85	**9%**
15	CP2-S/F	CONCRETO PATRON 2	29/03/2017	12/04/2017	14.00	15.20	15.20	15.20	14.50	14.60	14.55	50.00	1,580	35.25		
16	CP2-S/F	CONCRETO PATRON 2	29/03/2017	26/04/2017	28.00	15.00	15.00	15.00	14.70	14.80	14.75	50.00	1,660	37.51		
17	CP2-S/F	CONCRETO PATRON 2	29/03/2017	26/04/2017	28.00	14.60	14.50	14.55	15.10	15.20	15.15	50.00	1,670	39.05	37.41	**9%**
18	CP2-S/F	CONCRETO PATRON 2	29/03/2017	26/04/2017	28.00	15.00	15.00	15.00	15.10	15.00	15.05	50.00	1,610	35.66		
19	CH-UF1	CHEMA FIBRA UF 1	30/03/2017	06/04/2017	7.00	15.00	15.10	15.05	14.50	14.70	14.60	50.00	1,670	37.87		
20	CH-UF1	CHEMA FIBRA UF 1	30/03/2017	06/04/2017	7.00	15.10	15.10	15.10	14.60	14.90	14.75	50.00	1,450	32.34	34.33	**16%**
21	CH-UF1	CHEMA FIBRA UF 1	30/03/2017	06/04/2017	7.00	15.00	15.00	15.00	15.10	15.00	15.05	50.00	1,480	32.78		
22	CH-UF1	CHEMA FIBRA UF 1	30/03/2017	13/04/2017	14.00	14.80	15.00	14.90	15.10	15.30	15.20	50.00	1,760	39.12		
23	CH-UF1	CHEMA FIBRA UF 1	30/03/2017	13/04/2017	14.00	14.50	14.40	14.45	15.20	15.10	15.15	50.00	1,710	40.54	38.52	**12%**
24	CH-UF1	CHEMA FIBRA UF 1	30/03/2017	13/04/2017	14.00	15.00	14.80	14.90	15.10	15.00	15.05	50.00	1,600	35.91		
25	CH-UF1	CHEMA FIBRA UF 1	30/03/2017	27/04/2017	28.00	14.80	14.80	14.80	15.30	15.20	15.25	50.00	1,900	42.66		
26	CH-UF1	CHEMA FIBRA UF 1	30/03/2017	27/04/2017	28.00	15.10	15.20	15.15	14.60	14.50	14.55	50.00	1,850	41.55	42.08	**3%**
27	CH-UF1	CHEMA FIBRA UF 1	30/03/2017	27/04/2017	28.00	14.70	14.50	14.60	15.10	15.20	15.15	50.00	1,810	42.04		

N°	CODIGO	TIPO	FECHA DE VACEADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	H 1 (cm)	H 2 (cm)	Hprom (cm)	B 1 (cm)	B 2 (cm)	Bprom (cm)	LONGITUD (cm)	FUERZA (kgf)	Mr (kgf/cm2)	Mr prom (kgf/cm2)	Dispersión (%)
28	CH-UF2	CHEMA FIBRA UF 2	31/03/2017	07/04/2017	7.00	15.20	15.00	15.10	15.00	15.00	15.00	50.00	1,660	36.40		
29	CH-UF2	CHEMA FIBRA UF 2	31/03/2017	07/04/2017	7.00	15.00	15.00	15.00	15.00	14.20	14.60	50.00	1,580	36.07	35.12	10%
30	CH-UF2	CHEMA FIBRA UF 2	31/03/2017	07/04/2017	7.00	15.00	15.10	15.05	15.10	15.10	15.10	50.00	1,500	32.89		
31	CH-UF2	CHEMA FIBRA UF 2	31/03/2017	14/04/2017	14.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.10	15.05	50.00	1,730	38.32		
32	CH-UF2	CHEMA FIBRA UF 2	31/03/2017	14/04/2017	14.00	14.50	15.00	14.75	15.10	15.20	15.15	50.00	1,630	37.09	37.68	3%
33	CH-UF2	CHEMA FIBRA UF 2	31/03/2017	14/04/2017	14.00	15.20	15.20	15.20	15.20	15.00	15.10	50.00	1,750	37.62		
34	CH-UF2	CHEMA FIBRA UF 2	31/03/2017	28/04/2017	28.00	14.10	15.00	14.55	15.20	14.90	15.05	50.00	1,970	46.37		
35	CH-UF2	CHEMA FIBRA UF 2	31/03/2017	28/04/2017	28.00	15.00	15.00	15.00	15.10	15.20	15.15	50.00	1,990	43.78	43.21	16%
36	CH-UF2	CHEMA FIBRA UF 2	31/03/2017	28/04/2017	28.00	15.00	15.10	15.05	15.10	15.10	15.10	50.00	1,800	39.47		
37	MGY-L1/0.10	MAGUEY (5.5cm) 0.10%	03/04/2017	10/04/2017	7.00	15.10	15.00	15.05	13.50	14.00	13.75	50.00	1,380	33.23		
38	MGY-L1/0.10	MAGUEY (5.5cm) 0.10%	03/04/2017	10/04/2017	7.00	15.00	15.10	15.05	14.00	14.20	14.10	50.00	1,480	34.76	33.11	10%
39	MGY-L1/0.10	MAGUEY (5.5cm) 0.10%	03/04/2017	10/04/2017	7.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	50.00	1,410	31.33		
40	MGY-L1/0.10	MAGUEY (5.5cm) 0.10%	03/04/2017	17/04/2017	14.00	15.10	15.20	15.15	14.30	14.00	14.15	50.00	1,560	36.03		
41	MGY-L1/0.10	MAGUEY (5.5cm) 0.10%	03/04/2017	17/04/2017	14.00	14.70	15.00	14.85	15.10	15.00	15.05	50.00	1,680	37.96	37.91	10%
42	MGY-L1/0.10	MAGUEY (5.5cm) 0.10%	03/04/2017	17/04/2017	14.00	13.50	14.20	13.85	15.20	15.30	15.25	50.00	1,550	39.74		
43	MGY-L1/0.10	MAGUEY (5.5cm) 0.10%	03/04/2017	01/05/2017	28.00	15.00	15.00	15.00	13.50	13.50	13.50	50.00	1,650	40.74		
44	MGY-L1/0.10	MAGUEY (5.5cm) 0.10%	03/04/2017	01/05/2017	28.00	14.60	14.30	14.45	15.20	15.10	15.15	50.00	1,720	40.78	41.11	3%
45	MGY-L1/0.10	MAGUEY (5.5cm) 0.10%	03/04/2017	01/05/2017	28.00	14.20	14.00	14.10	15.30	15.20	15.25	50.00	1,690	41.81		
46	MGY-L1/1.00	MAGUEY (5.5cm) 1.00%	05/04/2017	12/04/2017	7.00	15.00	15.00	15.00	14.80	14.80	14.80	50.00	1,480	33.33		
47	MGY-L1/1.00	MAGUEY (5.5cm) 1.00%	05/04/2017	12/04/2017	7.00	14.80	14.80	14.80	15.20	15.10	15.15	50.00	1,750	39.55	36.94	17%
48	MGY-L1/1.00	MAGUEY (5.5cm) 1.00%	05/04/2017	12/04/2017	7.00	15.00	15.20	15.10	14.50	14.80	14.65	50.00	1,690	37.95		
49	MGY-L1/1.00	MAGUEY (5.5cm) 1.00%	05/04/2017	19/04/2017	14.00	15.00	15.00	15.00	15.00	14.80	14.90	50.00	1,870	41.83		
50	MGY-L1/1.00	MAGUEY (5.5cm) 1.00%	05/04/2017	19/04/2017	14.00	15.00	15.10	15.05	15.00	15.10	15.05	50.00	1,670	36.74	40.03	13%
51	MGY-L1/1.00	MAGUEY (5.5cm) 1.00%	05/04/2017	19/04/2017	14.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.20	15.10	50.00	1,880	41.50		
52	MGY-L1/1.00	MAGUEY (5.5cm) 1.00%	05/04/2017	03/05/2017	28.00	14.90	15.00	14.95	15.10	15.10	15.10	50.00	1,930	42.89		
53	MGY-L1/1.00	MAGUEY (5.5cm) 1.00%	05/04/2017	03/05/2017	28.00	15.00	15.00	15.00	14.60	15.00	14.80	50.00	2,180	49.10	45.91	14%
54	MGY-L1/1.00	MAGUEY (5.5cm) 1.00%	05/04/2017	03/05/2017	28.00	15.00	15.30	15.15	15.00	15.00	15.00	50.00	2,100	45.75		
55	MGY-L1/0.50	MAGUEY (5.5cm) 0.50%	07/04/2017	14/04/2017	7.00	15.00	15.10	15.05	14.50	14.20	14.35	50.00	1,420	32.77		
56	MGY-L1/0.50	MAGUEY (5.5cm) 0.50%	07/04/2017	14/04/2017	7.00	14.20	14.60	14.40	15.20	15.40	15.30	50.00	1,550	36.64	34.32	11%
57	MGY-L1/0.50	MAGUEY (5.5cm) 0.50%	07/04/2017	14/04/2017	7.00	14.90	14.70	14.80	15.10	15.30	15.20	50.00	1,490	33.56		

N°	CODIGO	TIPO	FECHA DE VACEADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	H 1 (cm)	H 2 (cm)	Hprom (cm)	B 1 (cm)	B 2 (cm)	Bprom (cm)	LONGITUD (cm)	FUERZA (kgf)	Mr (kgf/cm2)	Mr prom (kgf/cm2)	Dispersión (%)
58	MGY-L1/0.50	MAGUEY (5.5cm) 0.50%	07/04/2017	21/04/2017	14.00	15.10	15.10	15.10	14.90	14.50	14.70	50.00	1,710	38.26		
59	MGY-L1/0.50	MAGUEY (5.5cm) 0.50%	07/04/2017	21/04/2017	14.00	14.50	14.10	14.30	15.10	15.20	15.15	50.00	1,630	39.46	38.20	7%
60	MGY-L1/0.50	MAGUEY (5.5cm) 0.50%	07/04/2017	21/04/2017	14.00	14.90	15.00	14.95	15.10	15.10	15.10	50.00	1,660	36.89		
61	MGY-L1/0.50	MAGUEY (5.5cm) 0.50%	07/04/2017	05/05/2017	28.00	15.00	14.80	14.90	15.00	15.10	15.05	50.00	1,930	43.32		
62	MGY-L1/0.50	MAGUEY (5.5cm) 0.50%	07/04/2017	05/05/2017	28.00	15.00	15.00	15.00	14.50	14.80	14.65	50.00	2,040	46.42	44.88	7%
63	MGY-L1/0.50	MAGUEY (5.5cm) 0.50%	07/04/2017	05/05/2017	28.00	14.90	15.00	14.95	15.10	15.10	15.10	50.00	2,020	44.89		
64	CAZ-T4/0.10	CAÑA Az N°4 0.10%	10/04/2017	17/04/2017	7.00	14.40	14.50	14.45	15.10	15.00	15.05	50.00	650	15.51		
65	CAZ-T4/0.10	CAÑA Az N°4 0.10%	10/04/2017	17/04/2017	7.00	14.90	15.00	14.95	15.00	15.00	15.00	50.00	690	15.44	16.13	13%
66	CAZ-T4/0.10	CAÑA Az N°4 0.10%	10/04/2017	17/04/2017	7.00	15.00	15.00	15.00	14.00	13.50	13.75	50.00	720	17.45		
67	CAZ-T4/0.10	CAÑA Az N°4 0.10%	10/04/2017	24/04/2017	14.00	14.70	14.70	14.70	15.10	15.10	15.10	50.00	780	17.93		
68	CAZ-T4/0.10	CAÑA Az N°4 0.10%	10/04/2017	24/04/2017	14.00	15.00	15.00	15.00	14.50	14.30	14.40	50.00	830	19.21	18.75	7%
69	CAZ-T4/0.10	CAÑA Az N°4 0.10%	10/04/2017	24/04/2017	14.00	15.00	14.80	14.90	15.20	15.20	15.20	50.00	860	19.11		
70	CAZ-T4/0.10	CAÑA Az N°4 0.10%	10/04/2017	08/05/2017	28.00	15.00	15.00	15.00	14.20	13.00	13.60	50.00	880	21.57		
71	CAZ-T4/0.10	CAÑA Az N°4 0.10%	10/04/2017	08/05/2017	28.00	15.00	15.00	15.00	14.30	13.80	14.05	50.00	880	20.88	21.48	5%
72	CAZ-T4/0.10	CAÑA Az N°4 0.10%	10/04/2017	08/05/2017	28.00	15.00	15.00	15.00	14.50	14.60	14.55	50.00	960	21.99		
73	CAZ-T4/0.50	CAÑA Az N°4 0.50%	12/04/2017	19/04/2017	7.00	15.10	15.20	15.15	14.30	14.50	14.40	50.00	0	0.00		
74	CAZ-T4/0.50	CAÑA Az N°4 0.50%	12/04/2017	19/04/2017	7.00	14.00	14.50	14.25	15.20	15.10	15.15	50.00	0	0.00	0.00	0!
75	CAZ-T4/0.50	CAÑA Az N°4 0.50%	12/04/2017	19/04/2017	7.00	15.10	15.10	15.10	14.60	14.20	14.40	50.00	0	0.00		
76	CAZ-T4/0.50	CAÑA Az N°4 0.50%	12/04/2017	26/04/2017	14.00	15.00	15.00	15.00	14.80	14.40	14.60	50.00	0	0.00		
77	CAZ-T4/0.50	CAÑA Az N°4 0.50%	12/04/2017	26/04/2017	14.00	14.50	14.80	14.65	15.10	15.00	15.05	50.00	0	0.00	0.00	0!
78	CAZ-T4/0.50	CAÑA Az N°4 0.50%	12/04/2017	26/04/2017	14.00	15.00	15.00	15.00	15.00	14.00	14.50	50.00	0	0.00		
79	CAZ-T4/0.50	CAÑA Az N°4 0.50%	12/04/2017	10/05/2017	28.00	15.00	15.00	15.00	13.40	14.50	13.95	50.00	0	0.00		
80	CAZ-T4/0.50	CAÑA Az N°4 0.50%	12/04/2017	10/05/2017	28.00	14.40	13.90	14.15	14.60	15.00	14.80	50.00	0	0.00	0.00	0!
81	CAZ-T4/0.50	CAÑA Az N°4 0.50%	12/04/2017	10/05/2017	28.00	15.00	15.00	15.00	13.50	14.40	13.95	50.00	0	0.00		
82	CAZ-T4/1.00	CAÑA Az N°4 1.00%	20/04/2017	27/04/2017	7.00	14.60	14.20	14.40	15.30	15.30	15.30	50.00	0	0.00		
83	CAZ-T4/1.00	CAÑA Az N°4 1.00%	20/04/2017	27/04/2017	7.00	15.00	14.90	14.95	15.00	15.00	15.00	50.00	0	0.00	0.00	0!
84	CAZ-T4/1.00	CAÑA Az N°4 1.00%	20/04/2017	27/04/2017	7.00	14.90	15.10	15.00	15.20	15.20	15.20	50.00	0	0.00		
85	CAZ-T4/1.00	CAÑA Az N°4 1.00%	20/04/2017	04/05/2017	14.00	14.80	15.00	14.90	14.90	14.80	14.85	50.00	0	0.00		
86	CAZ-T4/1.00	CAÑA Az N°4 1.00%	20/04/2017	04/05/2017	14.00	15.00	15.00	15.00	14.70	15.00	14.85	50.00	0	0.00	0.00	0!
87	CAZ-T4/1.00	CAÑA Az N°4 1.00%	20/04/2017	04/05/2017	14.00	15.00	14.50	14.75	15.00	15.00	15.00	50.00	0	0.00		

N°	CODIGO	TIPO	FECHA DE VACEADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	H 1 (cm)	H 2 (cm)	Hprom (cm)	B 1 (cm)	B 2 (cm)	Bprom (cm)	LONGITUD (cm)	FUERZA (kgf)	Mr (kgf/cm2)	Mr prom (kgf/cm2)	Dispersión (%)
88	CAZ-T4/1.00	CAÑA Az N°4 1.00%	20/04/2017	18/05/2017	28.00	14.70	14.40	14.55	14.80	14.60	14.70	50.00	0	0.00		
89	CAZ-T4/1.00	CAÑA Az N°4 1.00%	20/04/2017	18/05/2017	28.00	15.00	15.00	15.00	15.00	14.80	14.90	50.00	0	0.00	0.00	0!
90	CAZ-T4/1.00	CAÑA Az N°4 1.00%	20/04/2017	18/05/2017	28.00	15.00	15.00	15.00	14.20	15.00	14.60	50.00	0	0.00		
91	MGY-L2/0.10	MAGUEY (10cm) 0.10%	24/04/2017	01/05/2017	7.00	15.00	15.00	15.00	14.90	15.00	14.95	50.00	1,470	32.78		
92	MGY-L2/0.10	MAGUEY (10cm) 0.10%	24/04/2017	01/05/2017	7.00	14.80	15.00	14.90	15.00	15.00	15.00	50.00	1,550	34.91	34.34	7%
93	MGY-L2/0.10	MAGUEY (10cm) 0.10%	24/04/2017	01/05/2017	7.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	50.00	1,590	35.33		
94	MGY-L2/0.10	MAGUEY (10cm) 0.10%	24/04/2017	08/05/2017	14.00	14.50	14.90	14.70	15.00	15.00	15.00	50.00	1,680	38.87		
95	MGY-L2/0.10	MAGUEY (10cm) 0.10%	24/04/2017	08/05/2017	14.00	15.00	15.00	15.00	14.40	14.90	14.65	50.00	1,810	41.18	40.99	10%
96	MGY-L2/0.10	MAGUEY (10cm) 0.10%	24/04/2017	08/05/2017	14.00	14.40	14.80	14.60	15.00	15.00	15.00	50.00	1,830	42.93		
97	MGY-L2/0.10	MAGUEY (10cm) 0.10%	24/04/2017	22/05/2017	28.00	15.10	15.00	15.05	14.30	14.70	14.50	50.00	2,050	46.81		
98	MGY-L2/0.10	MAGUEY (10cm) 0.10%	24/04/2017	22/05/2017	28.00	14.30	14.50	14.40	15.00	15.10	15.05	50.00	2,040	49.03	46.74	10%
99	MGY-L2/0.10	MAGUEY (10cm) 0.10%	24/04/2017	22/05/2017	28.00	14.80	14.80	14.80	15.20	15.20	15.20	50.00	1,970	44.38		
100	MGY-L2/0.50	MAGUEY (10cm) 0.50%	25/04/2017	02/05/2017	7.00	14.90	15.00	14.95	15.00	15.00	15.00	50.00	1,470	32.89		
101	MGY-L2/0.50	MAGUEY (10cm) 0.50%	25/04/2017	02/05/2017	7.00	14.80	15.00	14.90	15.00	15.00	15.00	50.00	1,480	33.33	33.16	1%
102	MGY-L2/0.50	MAGUEY (10cm) 0.50%	25/04/2017	02/05/2017	7.00	14.20	14.50	14.35	15.00	15.00	15.00	50.00	1,370	33.26		
103	MGY-L2/0.50	MAGUEY (10cm) 0.50%	25/04/2017	09/05/2017	14.00	14.40	14.60	14.50	15.00	15.00	15.00	50.00	1,570	37.34		
104	MGY-L2/0.50	MAGUEY (10cm) 0.50%	25/04/2017	09/05/2017	14.00	15.00	15.00	15.00	14.40	14.80	14.60	50.00	1,810	41.32	38.71	10%
105	MGY-L2/0.50	MAGUEY (10cm) 0.50%	25/04/2017	09/05/2017	14.00	14.60	14.80	14.70	15.10	15.10	15.10	50.00	1,630	37.47		
106	MGY-L2/0.50	MAGUEY (10cm) 0.50%	25/04/2017	23/05/2017	28.00	15.10	15.10	15.10	14.30	14.00	14.15	50.00	1,770	41.15		
107	MGY-L2/0.50	MAGUEY (10cm) 0.50%	25/04/2017	23/05/2017	28.00	14.60	15.00	14.80	15.00	15.00	15.00	50.00	1,780	40.63	40.80	1%
108	MGY-L2/0.50	MAGUEY (10cm) 0.50%	25/04/2017	23/05/2017	28.00	15.00	14.80	14.90	15.00	15.10	15.05	50.00	1,810	40.63		
109	MGY-L2/1.00	MAGUEY (10cm) 1.00%	28/04/2017	05/05/2017	7.00	15.20	15.00	15.10	15.00	15.00	15.00	50.00	1,250	27.41		
110	MGY-L2/1.00	MAGUEY (10cm) 1.00%	28/04/2017	05/05/2017	7.00	14.50	15.00	14.75	14.70	15.00	14.85	50.00	1,360	31.57	29.42	14%
111	MGY-L2/1.00	MAGUEY (10cm) 1.00%	28/04/2017	05/05/2017	7.00	14.80	15.00	14.90	15.00	15.00	15.00	50.00	1,300	29.28		
112	MGY-L2/1.00	MAGUEY (10cm) 1.00%	28/04/2017	12/05/2017	14.00	14.40	14.80	14.60	15.00	15.00	15.00	50.00	1,590	37.30		
113	MGY-L2/1.00	MAGUEY (10cm) 1.00%	28/04/2017	12/05/2017	14.00	14.60	15.00	14.80	14.80	15.00	14.90	50.00	1,410	32.40	34.20	14%
114	MGY-L2/1.00	MAGUEY (10cm) 1.00%	28/04/2017	12/05/2017	14.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	50.00	1,480	32.89		
115	MGY-L2/1.00	MAGUEY (10cm) 1.00%	28/04/2017	26/05/2017	28.00	14.90	15.00	14.95	15.00	15.00	15.00	50.00	1,640	36.69		
116	MGY-L2/1.00	MAGUEY (10cm) 1.00%	28/04/2017	26/05/2017	28.00	15.00	15.00	15.00	14.40	15.00	14.70	50.00	1,650	37.41	37.89	8%
117	MGY-L2/1.00	MAGUEY (10cm) 1.00%	28/04/2017	26/05/2017	28.00	14.80	14.60	14.70	15.00	15.00	15.00	50.00	1,710	39.57		

N°	CODIGO	TIPO	FECHA DE VACEADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	H 1 (cm)	H 2 (cm)	Hprom (cm)	B 1 (cm)	B 2 (cm)	Bprom (cm)	LONGITUD (cm)	FUERZA (kgf)	Mr (kgf/cm2)	Mr prom (kgf/cm2)	Dispersión (%)
118	CAZ-T8/0.10	CAÑA Az N°8 0.10%	08/05/2017	15/05/2017	7.00	15.00	14.80	14.90	14.40	14.80	14.60	50.00	1,270	29.39		
119	CAZ-T8/0.10	CAÑA Az N°8 0.10%	08/05/2017	15/05/2017	7.00	14.20	14.50	14.35	15.10	15.10	15.10	50.00	1,100	26.53	27.95	10%
120	CAZ-T8/0.10	CAÑA Az N°8 0.10%	08/05/2017	15/05/2017	7.00	14.90	14.80	14.85	14.00	14.00	14.00	50.00	1,150	27.94		
121	CAZ-T8/0.10	CAÑA Az N°8 0.10%	08/05/2017	22/05/2017	14.00	14.90	15.00	14.95	15.00	15.10	15.05	50.00	1,490	33.22		
122	CAZ-T8/0.10	CAÑA Az N°8 0.10%	08/05/2017	22/05/2017	14.00	15.10	15.10	15.10	15.00	14.80	14.90	50.00	1,390	30.69	32.08	8%
123	CAZ-T8/0.10	CAÑA Az N°8 0.10%	08/05/2017	22/05/2017	14.00	15.00	15.00	15.00	14.90	15.00	14.95	50.00	1,450	32.33		
124	CAZ-T8/0.10	CAÑA Az N°8 0.10%	08/05/2017	05/06/2017	28.00	15.00	15.00	15.00	14.00	14.20	14.10	50.00	1,600	37.83		
125	CAZ-T8/0.10	CAÑA Az N°8 0.10%	08/05/2017	05/06/2017	28.00	14.50	15.00	14.75	15.00	15.00	15.00	50.00	1,530	35.16	36.97	7%
126	CAZ-T8/0.10	CAÑA Az N°8 0.10%	08/05/2017	05/06/2017	28.00	14.00	14.50	14.25	15.00	15.00	15.00	50.00	1,540	37.92		
127	CAZ-T8/0.50	CAÑA Az N°8 0.50%	09/05/2017	16/05/2017	7.00	15.00	15.10	15.05	14.90	14.80	14.85	50.00	1,060	23.64		
128	CAZ-T8/0.50	CAÑA Az N°8 0.50%	09/05/2017	16/05/2017	7.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.10	15.05	50.00	1,190	26.36	24.12	17%
129	CAZ-T8/0.50	CAÑA Az N°8 0.50%	09/05/2017	16/05/2017	7.00	14.90	15.00	14.95	15.00	15.00	15.00	50.00	1,000	22.37		
130	CAZ-T8/0.50	CAÑA Az N°8 0.50%	09/05/2017	23/05/2017	14.00	15.00	15.00	15.00	15.20	15.20	15.20	50.00	1,300	28.51		
131	CAZ-T8/0.50	CAÑA Az N°8 0.50%	09/05/2017	23/05/2017	14.00	14.50	14.60	14.55	15.10	15.00	15.05	50.00	1,360	32.01	29.12	18%
132	CAZ-T8/0.50	CAÑA Az N°8 0.50%	09/05/2017	23/05/2017	14.00	15.10	15.10	15.10	14.90	15.00	14.95	50.00	1,220	26.84		
133	CAZ-T8/0.50	CAÑA Az N°8 0.50%	09/05/2017	06/06/2017	28.00	14.80	14.90	14.85	15.00	15.00	15.00	50.00	1,450	32.88		
134	CAZ-T8/0.50	CAÑA Az N°8 0.50%	09/05/2017	06/06/2017	28.00	15.20	15.10	15.15	14.80	14.60	14.70	50.00	1,630	36.23	32.81	21%
135	CAZ-T8/0.50	CAÑA Az N°8 0.50%	09/05/2017	06/06/2017	28.00	15.00	15.10	15.05	14.80	15.00	14.90	50.00	1,320	29.33		
136	CAZ-T8/1.00	CAÑA Az N°8 1.00%	10/05/2017	17/05/2017	7.00	15.00	14.80	14.90	14.90	15.00	14.95	50.00	780	17.63		
137	CAZ-T8/1.00	CAÑA Az N°8 1.00%	10/05/2017	17/05/2017	7.00	15.00	14.70	14.85	14.80	15.00	14.90	50.00	890	20.31	18.96	14%
138	CAZ-T8/1.00	CAÑA Az N°8 1.00%	10/05/2017	17/05/2017	7.00	14.90	14.70	14.80	15.00	15.00	15.00	50.00	830	18.95		
139	CAZ-T8/1.00	CAÑA Az N°8 1.00%	10/05/2017	24/05/2017	14.00	15.00	15.10	15.05	14.80	14.60	14.70	50.00	960	21.62		
140	CAZ-T8/1.00	CAÑA Az N°8 1.00%	10/05/2017	24/05/2017	14.00	15.00	14.90	14.95	14.50	14.70	14.60	50.00	1,080	24.82	23.40	14%
141	CAZ-T8/1.00	CAÑA Az N°8 1.00%	10/05/2017	24/05/2017	14.00	15.00	15.00	15.00	14.40	14.50	14.45	50.00	1,030	23.76		
142	CAZ-T8/1.00	CAÑA Az N°8 1.00%	10/05/2017	07/06/2017	28.00	14.60	14.50	14.55	15.00	15.00	15.00	50.00	1,100	25.98		
143	CAZ-T8/1.00	CAÑA Az N°8 1.00%	10/05/2017	07/06/2017	28.00	15.00	14.90	14.95	15.00	15.00	15.00	50.00	1,050	23.49	25.30	12%
144	CAZ-T8/1.00	CAÑA Az N°8 1.00%	10/05/2017	07/06/2017	28.00	15.00	15.00	15.00	15.00	14.00	14.50	50.00	1,150	26.44		
145	MGY-L1/0.10 (CH-PLAST)	MAGUEY (5.5cm + Adt) 0.10%	11/05/2017	18/05/2017	7.00	15.00	15.00	15.00	14.80	14.50	14.65	50.00	1,440	32.76		
146	MGY-L1/0.10 (CH-PLAST)	MAGUEY (5.5cm + Adt) 0.10%	11/05/2017	18/05/2017	7.00	15.00	15.10	15.05	15.00	14.90	14.95	50.00	1,570	34.77	33.62	6%
147	MGY-L1/0.10 (CH-PLAST)	MAGUEY (5.5cm + Adt) 0.10%	11/05/2017	18/05/2017	7.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	50.00	1,500	33.33		

N°	CODIGO	TIPO	FECHA DE VACEADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	H 1 (cm)	H 2 (cm)	Hprom (cm)	B 1 (cm)	B 2 (cm)	Bprom (cm)	LONGITUD (cm)	FUERZA (kgf)	Mr (kgf/cm2)	Mr prom (kgf/cm2)	Dispersión (%)
148	MGY-L1/0.10 (CH-PLAST)	MAGUEY (5.5cm + Adt) 0.10%	11/05/2017	25/05/2017	14.00	15.00	14.80	14.90	14.50	14.90	14.70	50.00	1,680	38.61		
149	MGY-L1/0.10 (CH-PLAST)	MAGUEY (5.5cm + Adt) 0.10%	11/05/2017	25/05/2017	14.00	14.90	15.10	15.00	15.00	15.00	15.00	50.00	1,740	38.67	37.75	7%
150	MGY-L1/0.10 (CH-PLAST)	MAGUEY (5.5cm + Adt) 0.10%	11/05/2017	25/05/2017	14.00	15.00	15.20	15.10	15.00	14.80	14.90	50.00	1,630	35.98		
151	MGY-L1/0.10 (CH-PLAST)	MAGUEY (5.5cm + Adt) 0.10%	11/05/2017	08/06/2017	28.00	14.70	15.00	14.85	14.70	15.00	14.85	50.00	1,850	42.37		
152	MGY-L1/0.10 (CH-PLAST)	MAGUEY (5.5cm + Adt) 0.10%	11/05/2017	08/06/2017	28.00	15.10	15.00	15.05	15.00	15.10	15.05	50.00	1,830	40.26	41.45	5%
153	MGY-L1/0.10 (CH-PLAST)	MAGUEY (5.5cm + Adt) 0.10%	11/05/2017	08/06/2017	28.00	15.20	15.00	15.10	14.80	15.00	14.90	50.00	1,890	41.72		
154	MGY-L1/0.50 (CH-PLAST)	MAGUEY (5.5cm + Adt) 0.50%	12/05/2017	19/05/2017	7.00	15.00	15.20	15.10	15.00	15.00	15.00	50.00	1,570	34.43		
155	MGY-L1/0.50 (CH-PLAST)	MAGUEY (5.5cm + Adt) 0.50%	12/05/2017	19/05/2017	7.00	15.10	15.10	15.10	15.00	15.00	15.00	50.00	1,580	34.65	35.38	7%
156	MGY-L1/0.50 (CH-PLAST)	MAGUEY (5.5cm + Adt) 0.50%	12/05/2017	19/05/2017	7.00	15.20	15.00	15.10	14.90	15.10	15.00	50.00	1,690	37.06		
157	MGY-L1/0.50 (CH-PLAST)	MAGUEY (5.5cm + Adt) 0.50%	12/05/2017	26/05/2017	14.00	15.20	15.00	15.10	15.00	15.00	15.00	50.00	1,805	39.58		
158	MGY-L1/0.50 (CH-PLAST)	MAGUEY (5.5cm + Adt) 0.50%	12/05/2017	26/05/2017	14.00	15.10	15.00	15.05	15.10	15.10	15.10	50.00	1,740	38.16	39.69	8%
159	MGY-L1/0.50 (CH-PLAST)	MAGUEY (5.5cm + Adt) 0.50%	12/05/2017	26/05/2017	14.00	15.10	14.90	15.00	15.00	15.00	15.00	50.00	1,860	41.33		
160	MGY-L1/0.50 (CH-PLAST)	MAGUEY (5.5cm + Adt) 0.50%	12/05/2017	09/06/2017	28.00	13.50	13.80	13.65	15.00	15.20	15.10	50.00	1,900	50.65		
161	MGY-L1/0.50 (CH-PLAST)	MAGUEY (5.5cm + Adt) 0.50%	12/05/2017	09/06/2017	28.00	14.00	14.50	14.25	15.20	15.00	15.10	50.00	1,875	45.86	46.57	16%
162	MGY-L1/0.50 (CH-PLAST)	MAGUEY (5.5cm + Adt) 0.50%	12/05/2017	09/06/2017	28.00	15.00	15.20	15.10	15.20	14.20	14.70	50.00	1,930	43.19		
163	MGY-L1/1.00 (CH-PLAST)	MAGUEY (5.5cm + Adt) 1.00%	15/05/2017	22/05/2017	7.00	15.10	15.00	15.05	15.00	15.00	15.00	50.00	1,550	34.22		
164	MGY-L1/1.00 (CH-PLAST)	MAGUEY (5.5cm + Adt) 1.00%	15/05/2017	22/05/2017	7.00	14.80	15.00	14.90	15.00	15.20	15.10	50.00	1,680	37.59	36.23	9%
165	MGY-L1/1.00 (CH-PLAST)	MAGUEY (5.5cm + Adt) 1.00%	15/05/2017	22/05/2017	7.00	15.10	15.10	15.10	14.80	14.80	14.80	50.00	1,660	36.89		
166	MGY-L1/1.00 (CH-PLAST)	MAGUEY (5.5cm + Adt) 1.00%	15/05/2017	29/05/2017	14.00	15.20	15.30	15.25	15.00	15.00	15.00	50.00	1,820	39.13		
167	MGY-L1/1.00 (CH-PLAST)	MAGUEY (5.5cm + Adt) 1.00%	15/05/2017	29/05/2017	14.00	15.00	14.90	14.95	15.00	15.00	15.00	50.00	2,010	44.97	41.39	14%
168	MGY-L1/1.00 (CH-PLAST)	MAGUEY (5.5cm + Adt) 1.00%	15/05/2017	29/05/2017	14.00	15.00	15.30	15.15	15.00	15.00	15.00	50.00	1,840	40.08		
169	MGY-L1/1.00 (CH-PLAST)	MAGUEY (5.5cm + Adt) 1.00%	15/05/2017	12/06/2017	28.00	14.80	14.80	14.80	14.80	15.00	14.90	50.00	2,210	50.79		
170	MGY-L1/1.00 (CH-PLAST)	MAGUEY (5.5cm + Adt) 1.00%	15/05/2017	12/06/2017	28.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	50.00	2,120	47.11	48.30	8%
171	MGY-L1/1.00 (CH-PLAST)	MAGUEY (5.5cm + Adt) 1.00%	15/05/2017	12/06/2017	28.00	15.20	15.10	15.15	14.90	15.00	14.95	50.00	2,150	46.99		

(*) Valores Interpolados: Corresponde a ensayos postergados por Feriados del 13 y 14 de Abril (Semana Santa), 01 de Mayo (Día del Trabajo).

ANEXO 14 – RESULTADOS DE ENSAYOS DE DESGASTE AL IMPACTO

RESPONSABLES :			RESULTADOS DE ENSAYOS DE DESGASTE AL IMPACTO DEL CONCRETO ENDURECIDO				PESO min		10,000	g
BACH: HERRERA LAZARTE, SERGIO RENATO							No. Vueltas		1,000	rev
BACH: POLO ROCA, MELVIN EUSEBIO							No. Esferas		12	und
N°	CODIGO	TIPO	No. CUBOS	FECHA DE VACEADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	PESO INICIAL (Kg)	PESO FINAL (Kg)	Δ PESO (Kg)	DESGASTE AL IMPACTO (%)
1	CP1-S/F	CONCRETO PATRON 1	36	28/03/2017	25/04/2017	28.00	11.240	7.190	4.050	36.0%
2	CP2-S/F	CONCRETO PATRON 2	36	29/03/2017	26/04/2017	28.00	10.880	7.045	3.835	35.2%
3	CH-UF1	CHEMA FIBRA UF 1	36	30/03/2017	27/04/2017	28.00	11.470	8.125	3.345	29.2%
4	CH-UF2	CHEMA FIBRA UF 2	36	31/03/2017	28/04/2017	28.00	11.345	7.920	3.425	30.2%
5	MGY-L1/0.10	MAGUEY (5.5cm) 0.10%	36	03/04/2017	01/05/2017	28.00	11.405	7.485	3.920	34.4%
6	MGY-L1/1.00	MAGUEY (5.5cm) 1.00%	36	05/04/2017	03/05/2017	28.00	10.515	6.965	3.550	33.8%
7	MGY-L1/0.50	MAGUEY (5.5cm) 0.50%	36	07/04/2017	05/05/2017	28.00	11.125	7.345	3.780	34.0%
8	CAZ-T4/0.10	CAÑA Az N°4 0.10%	36	10/04/2017	08/05/2017	28.00	10.905	6.920	3.985	36.5%
9	CAZ-T4/0.50	CAÑA Az N°4 0.50%	36	12/04/2017	10/05/2017	28.00	10.970	6.310	4.660	42.5%
10	CAZ-T4/1.00	CAÑA Az N°4 1.00%	36	20/04/2017	18/05/2017	28.00	11.030	5.900	5.130	46.5%
11	MGY-L2/0.10	MAGUEY (10cm) 0.10%	36	24/04/2017	22/05/2017	28.00	11.110	7.490	3.620	32.6%
12	MGY-L2/0.50	MAGUEY (10cm) 0.50%	36	25/04/2017	23/05/2017	28.00	11.240	7.225	4.015	35.7%
13	MGY-L2/1.00	MAGUEY (10cm) 1.00%	36	28/04/2017	26/05/2017	28.00	10.965	6.265	4.700	42.9%
14	CAZ-T8/0.10	CAÑA Az N°8 0.10%	36	08/05/2017	05/06/2017	28.00	11.230	7.340	3.890	34.6%
15	CAZ-T8/0.50	CAÑA Az N°8 0.50%	36	09/05/2017	06/06/2017	28.00	11.365	7.220	4.145	36.5%
16	CAZ-T8/1.00	CAÑA Az N°8 1.00%	36	10/05/2017	07/06/2017	28.00	11.180	6.630	4.550	40.7%
17	MGY-L1/0.10 (CH-PLAST)	MAGUEY (5.5cm + Adt) 0.10%	36	11/05/2017	08/06/2017	28.00	11.210	7.550	3.660	32.6%
18	MGY-L1/0.50 (CH-PLAST)	MAGUEY (5.5cm + Adt) 0.50%	36	12/05/2017	09/06/2017	28.00	11.150	7.780	3.370	30.2%
19	MGY-L1/1.00 (CH-PLAST)	MAGUEY (5.5cm + Adt) 1.00%	36	15/05/2017	12/06/2017	28.00	11.070	8.150	2.920	26.4%

ANEXO 15 – FORMATO PARA LA INSPECCIÓN VISUAL DEL FISURAMIENTO EN EL CONCRETO SIMPLE

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍAS CIVIL Y DEL AMBIENTE
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

FORMATO PARA LA INSPECCIÓN VISUAL DEL FISURAMIENTO EN EL CONCRETO SIMPLE

PROYECTO:	ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DE AREQUIPA UTILIZANDO FIBRAS NATURALES Y SINTETICA, APLICADO PARA EL CONTROL DE FISURAS POR RETRACCIÓN PLÁSTICA				
RESPONSABLES:	Bach. HERRERA LAZARTE, SERGIO RENATO Bach. POLO ROCA, MELVIN EUSEBIO	**CONDICIÓN DE EXPOSICIÓN:**	**VIENTOS**	**AMBIENTE NATURAL**	**CALOR**
			A	B	C

No. PLACA		DIMENSIONES DE LA LOSA		TIPO DE DETERIORO			ACLARACIONES
				Condición	Fisuramiento		
#	Código/Letra	Largo (cm)	Ancho (cm)		Largo (cm)	Ancho (cm)	
1	CP1	35	35	A	15	0.10	FISURA LONGITUDINAL EN EL CENTRO DE LOSETA
2	CP1	35	35	B	14.30	0.10	FISURA LONGITUDINAL
3	CP1	35	35	C	16	0.10	FISURA TRANSVERSAL
4	CP2	35	35	A	14	0.10	FISURA LONGITUDINAL
5	CP 2	35	35	B	17	0.10	FISURA LATERAL PRÓXIMA AL ENCOFRADO
6	CP2	35	35	C	15.70	0.10	FISURA LONGITUDINAL POCO RAMIFICADA
7	CH-UF1	35	35	A	4.5	0.15	FISURA ALEATORIA
8	CH-UF1	35	35	B	3	0.10	FISURA LATERAL CON RESTRICCIÓN EN EL ENCOFRADO.
9	CH-UF1	35	35	C	5.4	0.10	FISURA ALEATORIA
10	CH-UF2	35	35	A	2.5	0.10	FISURA LATERAL CON RESTRICCIÓN EN EL ENCOFRADO
11	CH-UF2	35	35	B	1.5	0.10	FISURA ALEATORIA EN EL CENTRO DE LA LOSA
12	CH-UF2	35	35	C	1.0	0.10	FISURA ALEATORIA POCO RAMIFICADA
13	MGY-L1/0.10	35	35	A	5.3	0.10	FISURA DE ESQUINA
14	MGY-L1/0.10	35	35	B	5	0.10	FISURA DIAGONAL
15	MGY-L1/0.10	35	35	C	7.5	0.10	FISURA TRANSVERSAL
16	MGY-L1/1.0	35	35	A	0.0	0.15	NO SE OBSERVA FISURAS, PERO EXISTE EXCESO DE FIBRAS EN EL ACABADO
17	MGY-L1/1.0	35	35	B	0.0	0.10	NO SE OBSERVA FISURAS, PERO EXISTE EXCESO DE FIBRAS EN EL ACABADO
18	MGY-L1/1.0	35	35	C	0.0	0.10	NO SE OBSERVA FISURAS, PERO EXISTE EXCESO DE FIBRAS EN EL ACABADO
19	MGY-L1/0.5	35	35	A	3.4	0.10	FISURA ALEATORIA
20	MGY-L1/0.5	35	35	B	3.5	0.15	FISURA DIAGONAL
21	MGY-L1/0.5	35	35	C	5.2	0.15	FISURA ALEATORIA
22	CAZ-T4/0.10	35	35	A	10.0	0.15	FISURA LONGITUDINAL
23	CAZ-T4/0.10	35	35	B	9.8	0.10	FISURA LONGITUDINAL
24	CAZ-T4/0.10	35	35	C	10.0	0.15	FISURA LONGITUDINAL
25	CAZ-T4/0.5	35	35	A	8.2	0.10	FISURA ALEATORIA PRÓXIMA AL ENCOFRADO
26	CAZ-T4/0.5	35	35	B	7.5	0.10	FISURA ALEATORIA
27	CAZ-T4/0.5	35	35	C	9.0	0.15	FISURA DIAGONAL
28	CAZ-T4/1.0	35	35	A	5.2	0.10	FISURA DE ESQUINA
29	CAZ-T4/1.0	35	35	B	5.0	0.10	FISURA ALEATORIA
30	CAZ-T4/1.0	35	35	C	5.5	0.15	FISURA RAMIFICADA

OBSERVACIONES:

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍAS CIVIL Y DEL AMBIENTE

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

FORMATO PARA LA INSPECCIÓN VISUAL DEL FISURAMIENTO EN EL CONCRETO SIMPLE

PROYECTO:	ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DE AREQUIPA UTILIZANDO FIBRAS NATURALES Y SINTÉTICA, APLICADO PARA EL CONTROL DE FISURAS POR RETRACCIÓN PLÁSTICA				
RESPONSABLES:	Bach. HERRERA LAZARTE, SERGIO RENATO Bach. POLO ROCA, MELVIN EUSEBIO	**CONDICIÓN DE EXPOSICIÓN:**	**VIENTOS**	**AMBIENTE NATURAL**	**CALOR**
			A	B	C

No. PLACA		DIMENSIONES DE LA LOSA		TIPO DE DETERIORO			ACLARACIONES
				Condición	Fisuramiento		
#	Código/Letra	Largo (cm)	Ancho (cm)		Largo (cm)	Ancho (cm)	
31	MGY-L2/0.1	35	35	A	4.1	0.10	FISURA EN ESQUINA CON RESTRICCIÓN CON EL ENCOFRADO
32	MGY-L2/0.1	35	35	B	4.2	0.10	FISURA ALEATORIA
33	MGY-L2/0.1	35	35	C	5.5	0.15	FISURA RAMIFICADA
34	MGY-L2/0.5	35	35	A	2.5	0.10	FISURA ALEATORIA POCO RAMIFICADA
35	MGY-L2/0.5	35	35	B	2.5	0.10	FISURA ALEATORIA
36	MGY-L2/0.5	35	35	C	3.0	0.10	FISURA DIAGONAL
37	MGY-L2/1.0	35	35	A	0.0	0.10	NO SE OBSERVA FISURAS, PERO EXISTE EXCESO DE FIBRAS EN EL ACABADO
38	MGY-L2/1.0	35	35	B	0.0	0.10	NO SE OBSERVA FISURAS, PERO EXISTE EXCESO DE FIBRAS EN EL ACABADO
39	MGY-L2/1.0	35	35	C	0.0	0.10	NO SE OBSERVA FISURAS, PERO EXISTE EXCESO DE FIBRAS EN EL ACABADO
40	CAZ-T8/0.1	35	35	A	10.4	0.10	FISURA LONGITUDINAL RAMIFICADA
41	CAZ-T8/0.1	35	35	B	10.5	0.20	FISURA LATERAL PRÓXIMO AL ENCOFRADO
42	CAZ-T8/0.1	35	35	C	11.0	0.10	FISURA TRANSVERSAL
43	CAZ-T8/0.5	35	35	A	5.8	0.10	FISURA RAMIFICADA
44	CAZ-T8/0.5	35	35	B	5.6	0.15	FISURA DE ESQUINA
45	CAZ-T8/0.5	35	35	C	6.5	0.10	FISURA DIAGONAL
46	CAZ-T8/1.0	35	35	A	3.5	0.20	FISURA LATERAL CON RESTRICCIÓN EN EL ENCOFRADO
47	CAZ-T8/1.0	35	35	B	3.5	0.15	FISURA POCO RAMIFICADA
48	CAZ-T8/1.0	35	35	C	4.0	0.10	FISURA LONGITUDINAL CON PEQUEÑAS ESCAMAS
49	MGY-L1/0.10 (CH-PLAST)	35	35	A	4.1	0.15	FISURA ALEATORIA
50	MGY-L1/0.10 (CH-PLAST)	35	35	B	4.0	0.10	FISURA LATERAL CON RESTRICCIÓN EN ENCOFRADO
51	MGY-L1/0.10 (CH-PLAST)	35	35	C	6.2	0.10	FISURA LONGITUDINAL
52	MGY-L1/0.50 (CH-PLAST)	35	35	A	3.0	0.10	FISURA ALEATORIA RAMIFICADA CON ESCAMAS
53	MGY-L1/0.50 (CH-PLAST)	35	35	B	3.0	0.10	FISURA POCO RAMIFICADA
54	MGY-L1/0.50 (CH-PLAST)	35	35	C	3.4	0.10	FISURA ALEATORIA
55	MGY-L1/1.0 (CH-PLAST)	35	35	A	0.0	0.10	NO SE OBSERVA FISURAS, PERO EXISTE EXCESO DE FIBRAS EN EL ACABADO
56	MGY-L1/1.0 (CH-PLAST)	35	35	B	0.0	0.10	NO SE OBSERVA FISURAS, PERO EXISTE EXCESO DE FIBRAS EN EL ACABADO
57	MGY-L1/1.0 (CH-PLAST)	35	35	C	0.0	0.15	NO SE OBSERVA FISURAS, PERO EXISTE EXCESO DE FIBRAS EN EL ACABADO

OBSERVACIONES:

ANEXO 16 – HORARIO DE ACTIVIDADES EN LABORATORIO

<table>
<tr><th>HORARIO</th><th colspan="4">ACTIVIDADES</th></tr>
<tr><td>07:45 AM a 08:00 AM</td><td colspan="4">INGRESO</td></tr>
<tr><td>08:00 AM a 08:30 AM</td><td rowspan="4">DESMOLDADO DE PROBETAS</td><td rowspan="4">ARMADO DE MOLDES</td><td rowspan="4">APLICACIÓN DE DESMOLDANTE</td><td rowspan="4">SELECCIÓN DE MUESTRAS PARA ENSAYO CONCRETO ENDURECIDO</td></tr>
<tr><td>08:30 AM a 09:00 AM</td></tr>
<tr><td>09:00 AM a 09:30 AM</td></tr>
<tr><td>09:30 AM a 10:30 AM</td></tr>
<tr><td>10:30 AM a 11:00 AM</td><td colspan="4">RECOLECCIÓN DE AGREGADOS PARA LA MEZCLA</td></tr>
<tr><td>11:00 AM a 11:15 AM</td><td colspan="4">PREPARACIÓN DE LA MEZCLA DISEÑADA</td></tr>
<tr><td>11:15 AM a 11:30 AM</td><td rowspan="3">ENSAYOS DEL CONCRETO FRESCO: TEMPERATURA, SLUMP, PESO UNITARIO, EXUDACIÓN</td><td rowspan="3">VACEADO DE MEZCLA DE CONCRETO EN LOS MOLDES</td><td colspan="2" rowspan="3">LIMPIEZA MEZCLADORA DE CONCRETO</td></tr>
<tr><td>11:30 AM a 11:45 AM</td></tr>
<tr><td>11:45 AM a 12:00 PM</td></tr>
<tr><td>12:00 AM a 12:15 PM</td><td rowspan="15">TOMA DE DATOS PARA EL ENSAYO DEL CONCRETO FRESCO: EXUDACIÓN</td><td rowspan="15">LOSETAS EN MODULO DE MADERA (CLIMAS)</td><td colspan="2">ROTULADO DE PROBETAS</td></tr>
<tr><td>12:15 PM a 12:30 PM</td><td colspan="2">COLOCACIÓN DE PROBETAS EN LA POZA DE CURADO</td></tr>
<tr><td>12:30 PM a 01:00 PM</td><td colspan="2">LIMPIEZA Y ORDEN DEL ÁREA DE TRABAJO</td></tr>
<tr><td>01:00 PM a 02:00 PM</td><td colspan="2">BREAK (ALMUERZO)</td></tr>
<tr><td>02:00 PM a 02:15 PM</td><td rowspan="5" colspan="2">ACARREO DE PROBETAS Y REGISTRO DE MEDIDAS P/ENSAYOS</td></tr>
<tr><td>02:00 PM a 02:30 PM</td></tr>
<tr><td>02:30 PM a 02:45 PM</td></tr>
<tr><td>02:45 PM a 03:00 PM</td></tr>
<tr><td>03:00 PM a 03:15 PM</td><td rowspan="6" colspan="2">ENSAYOS A ROTURA DEL CONCRETO ENDURECIDO (COMPRESIÓN, TRACCIÓN INDIRECTA, FLEXOTRACCIÓN Y DESGASTE AL IMPACTO), REGISTRO DE DATOS</td></tr>
<tr><td>03:15 PM a 03:30 PM</td></tr>
<tr><td>03:30 PM a 03:45 PM</td></tr>
<tr><td>03:45 PM a 04:00 PM</td></tr>
<tr><td>04:00 PM a 04:15 PM</td></tr>
<tr><td>04:15 PM a 04:30 PM</td><td colspan="4">LIMPIEZA DE EQUIPO EMPLEADO PARA ENSAYO DE EXUDACIÓN</td></tr>
<tr><td>04:15 PM a 04:30 PM</td><td colspan="4">SALIDA</td></tr>
</table>

ANEXO 17 – CRONOGRAMA DE LABORATORIO – ENSAYOS DEL CONCRETO ENDURECIDO

| CRONOGRAMA | | MARZO | | | | | | | ABRIL | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | MAYO | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

ANEXO 18 – CONSTANCIA DE LABORATORIO

AREQUIPA-PERU

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO

CONSTANCIA

El que suscribe, **Dr. Ing. Alejandro Hidalgo Valdivia** Coordinador de Laboratorio de Suelos y Concreto de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Católica de Santa María de Arequipa,

HACE CONSTAR

Que el (los) Señor(es) Bachiller(es) en Ingeniería Civil:

SERGIO RENATO HERRERA LAZARTE Código N° 2007700271

MELVIN EUSEBIO POLO ROCA Código N° 2007222241

Han realizado los ensayos en el Laboratorio de Suelos y Concreto correspondientes a su trabajo de tesis para obtar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con la tesis denominada: **"ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DE AREQUIPA UTILIZANDO FIBRAS NATURALES Y SINTÉTICAS, APLICADO PARA EL CONTROL DE FISURAS POR RETRACCIÓN PLÁSTICA".**

Los ensayos efectuados por los señores bachilleres fueron los siguientes:

- 003 Análisis granulométrico de los Agregados
- 003 Contenido de Humedad de los Agregados
- 003 Peso Unitario (Suelto y Compactado) de los Agregados
- 003 Peso Específico y absorción de los agregados
- 003 Impurezas orgánicas del agregado fino
- 003 Desgaste por abrasión del agregado grueso
- 514 Elaboración y ensayos de resistencia a la compresión y tracción indirecta (Probetas de Concreto)
- 171 Elaboración y ensayos de Resistencia a la Flexión (Vigas de Concreto)
- 684 Elaboración y ensayos de Desgaste al impacto (Cubos de Concreto)
- 057 elaboración y ensayos de fisuramiento (Losetas de Concreto)
- 019 Ensayos del Asentamiento del Concreto
- 019 Ensayos del Peso Unitario del Concreto
- 019 Ensayos de Exudación del Concreto
- 019 Ensayos de Temperatura del Concreto

El costo total de los ensayos realizados asciende a: S/. 6251.00
El costo cancelado por dichos ensayos asciende a: S/. 500.00* (Comprobante BO17-00000161)
*Según autorización de la Dirección de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil.

Los trabajos realizados en las instalaciones del Laboratorio de Suelos y Concreto, se llevaron a cabo entre **el 27/12/16 y el 12/06/17.**
Se expide la presente constancia a solicitud de los interesados para continuidad en el trámite de titulación.

Arequipa, 18 de Julio del 2017

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
Dr. Ing. ALEJANDRO VICTOR HIDALGO VALDIVIA
COORDINADOR DE LOS LABORATORIOS DE INGENIERIA CIVIL
EPIC- FAICA - CAMPUS PARQUE INDUSTRIAL